5/83
33. Jahrgang
Mai 1983
S. 145–180
Heftpreis 3,– M
Verlagspostamt
Berlin



VEB VERLAG
FÜR BAUWESEN
BERLIN

ISSN 0043–0986

Wasserwirtschaft · Wassertechnik

wwt



Bücher

Inhalt der „Acta hydrochimica et hydrobiologica" Vol. 10 (1982) 6

Koch, R.:
Strukturchemische Eigenschaften und Spurenstoffverhalten in aquatischen Ökosystemen
S. 535–549, 3 Abb., 7 Tab., 62 Lit.
Grundlage der Modellierung von Stoffverteilungen organischer Stoffe in aquatischen Systemen sind die Verteilungskoeffizienten in n-Oktanol/Wasser, insbesondere im Hinblick auf die Bioakkumulation der Stoffe. Zugleich bestehen gute Korrelationen der Verteilungskoeffizienten zu Molekülparachor und Molrefraktion. Schließlich bestehen gesicherte Beziehungen dieser Parameter zu den für manche Stoffe bekannten Bioakkumulationsfaktoren und toxikologischen Daten. Im weiteren müssen derartige Ansätze genutzt werden, um sowohl strukturchemische Parameter mit wesentlichen Ausbreitungsparametern in biogeochemischen Kreisläufen zu verknüpfen und die toxische Wirkung auf entsprechende strukturchemische Parameter zurückzuführen.

Pitter, P.:
Erscheinungsformen von Fluor im Trinkwasser
S. 551–556, 1 Abb., 3 Tab., 9 Lit.
Zunehmend wird die Fluoridierung als Kariesprophylaxe bei der Trinkwasseraufbereitung angewendet. In Anwesenheit von Resteisen- oder Aluminiummengen entstehen z. T. stabile Komplexverbindungen im Trinkwasser, so daß die beabsichtigte physiologische Wirkung nicht voll erfüllt wird. Der Autor befaßt sich mit der chemischen Reaktionskinetik.

Neupert, L.:
Beitrag zur quantitativen Analyse geringer Chloridgehalte mittels ionensensitiver Elektrode
S. 557–566, 1 Abb., 1 Tab., 8 Lit.
Das Verfahren bedient sich des additiven Eichzusatzes zur Probe und Berechnung der Konzentration aus der Potentialdifferenz mit und ohne Eichzusatz. Die Elektrodensteilheit (Nernstfaktor) für die verwendete Elektrode wird durch Regressionsrechnung aus Eichmessungen bestimmt, und bei Anwendung konstanter Volumina für Probe und Zusatz kann die Konzentration in der Probe auf einfache Weise mittels eines exponentiellen Faktors berechnet werden.

Lawerenz, A.:
Zum dünnschichtchromatographischen Nachweis toxikologisch relevanter Stoffgruppen im Trinkwasser
S. 567–574, 2 Abb., 2 Tab., 6 Lit.
Für die Routinemethode der Trinkwasseranalyse wird die Probe mit Zyklohexan extrahiert, der Extrakt über Florisil säulenchromatographisch gereinigt und das Zyklohexan/Benzen-Eluat dünnschichtchromatographisch getrennt. Die Trennung erfolgt eindimensional auf Silufolfertigfolien oder zweidimensional auf silbernitratimprägnierten Azetylzellulose/Aluminiumoxydmischsorptionsschichten. Die Detektion erfolgt durch Fluoreszenz nach UV-Bestrahlung oder mittels Silbernitratsprühreagens. Beide Trennmethoden ergänzen sich im Hinblick auf die Identifizierung von Einzelsubstanzen aus den Stoffgruppen chlorierte Kohlenwasserstoffe, polyzyklische Aromaten, Alkane und Zykloalkane.

Salacz, K.:
Gesichtspunkte zur hygienischen Beurteilung der in der Trinkwasserversorgung angewandten Kunststoffe
S. 575–581, 1 Tab., 18 Lit.
Bei der Anwendung von Kunststoffen in der Trinkwasserversorgung besteht die Gefahr der Verschmutzung durch Extraktion von organischen und anorganischen Komponenten aus Kunststoffrohren. Die Größe der Verunreinigung wächst mit der Dauer der Kontaktzeit zwischen Kunststoff und Trinkwasser, mit der Zunahme der Temperatur u. a. Als Beispiele werden ungarische Grenzwerte der noch zulässigen Schwermetallkonzentration tabellarisch aufgeführt.

Gottschaldt, N.:
Zur Darstellung und Auswertung wassertoxikologischer Untersuchungsergebnisse am Beispiel der Tenside
S. 583–596, 4 Abb., 1 Tab., 28 Lit.
Fünf anionische und drei kationische Detergenzien werden in ihrer Wirkung auf Carasssius, Daphnia und Paramecium getestet. Bestimmt wird die „Sterbehalbwertzeit". Zwischen der Konzentration D des Giftes und der „Sterbehalbwertzeit" t gilt die Beziehung $D = d + a \quad e^{-c \quad t}$. Für den Parameter c dieser Modellbeziehung wird der Begriff des Toxizitätskoeffizienten vorgeschlagen. Für alle untersuchten Substanzen besteht ein eindeutiger Zusammenhang zwischen Toxizität und Erniedrigung der Oberflächenspannung.

Ponyi, J. E., und N. P. Zankai:
Populationsdynamik, Biomasse und Biomasseproduktion von Eudiaptomus gracilis (G. O. Sars) **in zwei Gebieten des Balatons mit unterschiedlichem Trophiegrad**
S. 597–610, 7 Abb., 4 Tab., 33 Lit.
Die Population von Eudiaptomus gracilis im westlichen (polytrophen) und östlichen (mäßig eutrophen) Teil des Balatons unterscheiden sich signifikant. Dabei sind Eizahl, Biomasse und Produktivität im östlichen Teil generell größer als im westlichen, lediglich die Fruchtbarkeit der Population ist im westlichen Teil des Balatons größer als im östlichen. Ursache der Differenzen zwischen beiden Seeteilen ist die unterschiedliche Mortalitätsrate durch Fraß.

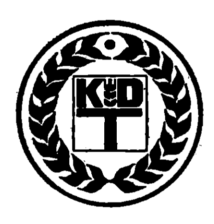
Richter, W. M.:
Zum Sauerstoffhaushalt der Gewässer der Feldberg-Seenplatte an Hand ausgewählter sommerlicher Tiefenprofile seit 1924 und 1962. Teil 1: Haussee, Breiter Luzin, Lütter See, Schmaler Luzin
S. 611–622, 5 Abb., 39 Lit.
Für die genannten Seen werden sommerliche Tiefenprofile der Sauerstoffkonzentration u. a. von 1924 bis 1981 dargestellt. Die Profile belegen sehr eindrucksvoll die fortschreitende Eutrophierung dieser Seen, aber auch erste Ansätze zur Verbesserung der Wasserqualität im Haussee durch Abwasserfernhaltung. Wesentliche Daten der Hydrographie sowie die Möglichkeiten für die Restaurierung und Sanierung werden diskutiert.

Walther, H.-J.:
Zur Aufbereitung von Oberflächenwässern unter Einsatz von Kalkhydrat
S. 623–629, 2 Abb., 12 Lit.
Aus umfangreichen Untersuchungen resultieren für die Wasseraufbereitung stark verschmutzter Oberflächenwässer unter vorrangigem Einsatz von Kalkhydrat verschiedene Varianten.
Vorzüge dieser Verfahrensvarianten bei Anwendung von Kalkhydrat werden ausführlich dargelegt.

Kaeding, J., H.-J. Walther und E. Werner:
Abwasserbehandlung und Stoff-recycling bei der Lederproduktion
S. 631–642, 7 Abb., 2 Tab., 12 Lit.
Die hochbelasteten und schwer zu behandelnden Abwässer der Lederproduktion lassen sich mit einer Teilstrombehandlung nach mengen- und konzentrationsausgleichenden Gesichtspunkten und unter gleichzeitiger Rückgewinnung von Natriumsulfid und Chromsulfat wieder nutzbar machen. Es sind Entfettung und Ausflockung von Eiweißstoffen als Vorstufe zur Entlastung der nachgeschalteten biologischen Abwasserbehandlung zu empfehlen. Chromsalze werden durch Hydroxid oder Kalziumkarbonat ausgefüllt und nach Auflösung dem Gerbeprozeß wieder zugeführt. Zur Bestimmung der biochemischen Abbaubarkeit wird die Methode der Zehrungs-BSB nach Werner empfohlen.

Gomolka, B., und E. Gomolka:
Die Wirkung von Simazin auf die Effektivität von aeroben Behandlungsmethoden
S. 643–652, 7 Abb., 5 Tab., 8 Lit.
Das relativ schlecht wasserlösliche Herbizid Simazin ist biochemisch wenig und chemisch mit Kaliumdichromat zu 73 Prozent oxydierbar. Mit Kaliumpermanganat werden dagegen nur etwa 5 Prozent des theoretischen chemischen Sauerstoffbedarfs verbraucht. Untersuchungen mit städtischen Abwässern ergaben, daß Simazin bei der aeroben Abwasserbehandlung auch bei längeren Behandlungszeiten und sehr intensiver Belüftung nicht abgebaut wird. Simazin wirkt auf Warmblüter erst in sehr großen Dosen toxisch; dagegen reagieren verschiedene Algenarten und auch nitrifizierende Bakterien sehr empfindlich.

Ausgezeichnet mit der
Ehrenplakette der KDT in Silber



Wasserwirtschaft · Wassertechnik wwt

„Wasserwirtschaft – Wassertechnik"
Wissenschaftliche Zeitschrift für Technik
und Ökonomik der Wasserwirtschaft

33. Jahrgang

Heft 5

Berlin, Mai 1983

Herausgeber:
Ministerium für Umweltschutz
und Wasserwirtschaft und
Kammer der Technik (FV Wasser)

Verlag:
VEB Verlag für Bauwesen
1086 Berlin, Französische Straße 13/14
Verlagsdirektor:
Dipl.-Ök. Siegfried Seeliger

Redaktion:
Agr.-Ing. Journ. Helga Hammer,
Verantwortliche Redakteurin
Carolyn Sauer,
redakt. Mitarbeiterin

Sitz der Redaktion:
1086 Berlin, Hausvogteiplatz 12
Fernsprecher: 2 08 05 80 und 2 07 64 42

Telegrammadresse:
Bauwesenverlag Berlin
Telexanschluß: 112229 Trave

Lizenz-Nr. 1138
Presseamt beim Vorsitzenden des
Ministerrates der Deutschen Demokratischen
Republik

Satz und Druck:
(204) Druckkombinat Berlin,
1086 Berlin, Reinhold-Huhn-Straße 18–25

Gestaltung: Rita Bertko

Artikelnummer 29 932

Die Zeitschrift erscheint monatlich
zum Preis von 3,– M (DDR)
Printed in G.D.R.

INHALT

Содержание
WWT 5 (1983)

CONTENTS
WWT 5 (1983)

CONTENU
WWT 5 (1983)

Bezugsbedingungen: „Wasserwirtschaft — Wassertechnik“ (WWT) erscheint monatlich. Der Heftpreis beträgt 3,— M; Bezugspreis vierteljährlich 9,— M. Die Auslandspreise sind den Zeitschriftenkatalogen des Außenhandelsbetriebes Buchexport zu entnehmen.

Bestellungen nehmen entgegen

für Bezieher in der Deutschen Demokratischen Republik:
Sämtliche Postämter, der örtliche Buchhandel und der VEB Verlag für Bauwesen, Berlin

für Buchhandlungen im Ausland:
Buchexport, Volkseigener Außenhandelsbetrieb der DDR — DDR - 7010 Leipzig, Leninstraße 16

für Endbezieher im Ausland:
Internationale Buchhandlungen in den jeweiligen Ländern bzw. Zentralantiquariat der DDR, DDR - 7010 Leipzig, Talstraße 29.

Alleinige Anzeigenverwaltung: VEB Verlag Technik, 1020 Berlin, Oranienburger Str. 13/14, PSF 293, Fernruf 2 87 00
Es gilt die Anzeigenpreisliste lt. Preiskatalog Nr. 286/1.
Erfüllungsort und Gerichtsstand: Berlin-Mitte

Ergebnisse bei der Verwirklichung der Direktive zur rationellen Wasserverwendung im Fünfjahrplan 1981 bis 1985

Dipl. rer. pol., Obering. Gerhard VOIGT, KDT
Leiter der Staatlichen Gewässeraufsicht des Ministeriums für Umweltschutz und Wasserwirtschaft

Die Beschlüsse des X. Parteitages der SED richten die Anstrengungen der Wasserwirtschaftler aller Bereiche der Volkswirtschaft darauf, die Bevölkerung unter allen Bedingungen stabil und qualitätsgerecht mit Trinkwasser zu versorgen und zur Gewährleistung des dynamischen Wachstums der Industrieproduktion und der Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion das erforderliche Brauchwasser bereitzustellen. Der Schlüssel zur langfristigen Sicherung des Wasserbedarfs ist die immer rationellere Verwendung des Wassers.
Zur weiteren Präzisierung der vom X. Parteitag der SED der Wasserwirtschaft gestellten Aufgaben beschloß der Ministerrat die Direktive zur rationellen Wasserverwendung im Fünfjahrplanzeitraum 1981 bis 1985.
Der Kern der Aufgaben zur Erhöhung der effektiven Wasserbereitstellung und umfassenden qualitätsgerechten Wasserversorgung ist die Durchsetzung der rationellen Wasserverwendung. Sie ist vorübergehende Aufgabe. Sie bestimmt vielmehr Inhalt, Wesen und Richtung der gesamten Tätigkeit der Wasserwirtschaft auch und gerade unter den Bedingungen der 80er Jahre. Mit dem Beschluß zur Direktive über die rationelle Wasserverwendung wurde der Wasserwirtschaft das wirtschaftspolitische Konzept der Partei zur Durchsetzung der ökonomischen Strategie in der Wasserwirtschaft übergeben.
Daraus ergibt sich, daß die rationelle Wasserverwendung nicht nur auf betriebliche Aufgaben des effektivsten Einsatzes des Wassers gerichtet ist, sondern alle Prozesse, die mit der Erfüllung von Bewirtschaftungs-, Versorgungs- und Bereitstellungs- bzw. Abwasserbehandlungsaufgaben zusammenhängen, umfaßt.
Das ist vor allem in zwei Hauptrichtungen zu erreichen. Das verfügbare Dargebot an Grundwasser muß durch die geologische Erkundung weiterer Lagerstätten erhöht werden. Auf der Grundlage neuer, wissenschaftlich fundierter Bewirtschaftungsverfahren mit Hilfe der EDV werden aus vorhandenen Talsperren, Seen und anderen Gewässern jährlich mindestens 8 Mill. Kubikmeter zusätzlich zur Verfügung stehen.
Zum anderen wird in der Industrie der Einsatz von Brauchwasser, der derzeit bei jährlich 5,1 Mrd. Kubikmeter liegt, bis 1985 auf 5,3 Mrd. Kubikmeter begrenzt. Das kann nur erreicht werden, indem der spezifische Wasserbedarf um weitere 25 Prozent gesenkt wird. Die Entnahme von Trinkwasser aus dem öffentlichen Netz ist um mindestens 15 Mill. Kubikmeter zu reduzieren.
Auf den landwirtschaftlichen Flächen, die mit Beregnungsanlagen neu versehen werden, soll der Wassereinsatz — gemessen am derzeitigen Bedarf — um 10 bis 15 Prozent je Hektar sinken. Das wird unter anderem durch optimale Wassergaben mit Hilfe der elektronischen Datenverarbeitung möglich. Um den steigenden Wasserbedarf zu dekken, ist die mehrfache Nutzung der Gewässer zwingend notwendig. Dazu gehört, die Belastung der Gewässer um 5 Mill. Einwohnergleichwerte abzubauen.

Hier wird im Interesse einer hohen volkswirtschaftlichen Effektivität die Rückhaltung oder Rückgewinnung von Wertstoffen aus dem Abwasser, wie es heute bereits die Schrittmacher in der chemischen Industrie und in anderen Bereichen der Volkswirtschaft tun, an Bedeutung gewinnen. Mit der Rückgewinnung und Wiederaufbereitung der Wertstoffe werden nicht nur Brauchwasser, sondern oft teuer importierte Rohstoffe für die Volkswirtschaft zurückgewonnen, und die Nutzungsfähigkeit der Gewässer wird gleichzeitig verbessert.
Dies sind realistische Ziele. Wir haben gute Ausgangspositionen für eine rationellere Wasserverwendung. Im Zeitraum 1976 bis 1980 ist es den Werktätigen der Industrie erstmalig gelungen, die um 31,5 Prozent gestiegene industrielle Warenproduktion mit dem gleichen Wassereinsatz wie im vorhergehenden Fünfjahrplan zu sichern, als der Wasserbedarf der Industrie noch um 5 Prozent angewachsen war. Die Industrie hat ihren spezifischen Bedarf nicht nur um 20 Prozent gesenkt — wie es in der Direktive des IX. Parteitages der SED vorgesehen war —, sondern um 26,5 Prozent. Somit konnten jährlich 230 Mill. m³ Wasser und 20 Mill. kWh Elektroenergie eingespart werden.

Wo stehen wir gegenwärtig bei der Durchführung der Beschlüsse des X. Parteitages der SED?

- Im Jahre 1982 wurde eine umfassende politisch-ideologische Arbeit zur Durchsetzung der rationellen Wasserverwendung in allen Bereichen der Volkswirtschaft geleistet. Ausgehend vom 3. Seminar des Ministerrates zur rationellen Wasserverwendung, wurden in allen Bereichen der Volkswirtschaft die erforderlichen Aufgaben beraten und festgelegt.
- 1982 wurde mit der Erarbeitung und Verteidigung von 119 Konzeptionen zur rationellen Wasserverwendung der Ministerien und Kombinate die Hauptrichtung der Entwicklung der Senkung des Brauchwassereinsatzes, der Freisetzung von Trinkwasser, der Verbesserung der Abwasserbehandlung und zur Wertstoffrückgewinnung für den Fünfjahrplan 1981 bis 1985 bestimmt. Damit konnten wichtige Grundlagen für die Leitung und Planung der rationellen Wasserverwendung geschaffen werden.
- Im vergangenen Jahr wurden erstmalig mit der Ausarbeitung von jährlichen Maßnahmeplänen der Kombinate und Betriebe zur rationellen Wasserverwendung begonnen und damit Voraussetzungen für die Einbindung der konkreten Aufgaben in die Volkswirtschaftspläne der Kombinate und Betriebe geschaffen.
- Die Forschungs- und Entwicklungsaufgaben auf dem Gebiet der rationellen Wasserverwendung für den Zeitraum 1982 bis 1985 der Pläne Wissenschaft und Technik werden erfaßt, mit allen Ministerien abgestimmt und zwischen dem Minister für Umweltschutz und Wasserwirtschaft und den zuständigen Ministern vereinbart. Diese Zusammenfassung stellt damit ein wichtiges Führungsdokument bei der weiteren Beschleunigung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts auf dem Gebiet der rationellen Wasserverwendung dar. Am 15. März 1983 konstituierte sich eine Forschungskoordinierungsgemeinschaft „Rationelle Wasserverwendung", die auf der Grundlage dieses Führungsdokumentes an der weiteren Beschleunigung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts arbeitet. Sie befaßt sich besonders mit Aufgaben zur Entwicklung wassersparender Technologien, Verfahren zur Wertstoffrückgewinnung und Vervollkommnung der Abwasserbehandlung.
- Mit der Festlegung von staatlichen Normativen des Brauchwassereinsatzes konnten wesentliche Grundlagen für die langfristige Entwicklung der Senkung des spezifischen und absoluten Wasserbedarfes geschaffen werden.
- Weitere Schritte zur Förderung des Kampfes der Werktätigen und Kollektive um den Ehrentitel „Wasserwirtschaftlich vorbildlich arbeitender Betrieb" sind eingeleitet worden. Die konkreten Ergebnisse der rationellen Wasserverwendung bis Ende 1982 zeigen folgendes Bild:

— Der spezifische Wasserbedarf wurde 1981 und 1982 um insgesamt 8 % gesenkt.
— Der Wasserbedarf aller Bereiche der Volkswirtschaft ist nicht mehr als um 1 % gestiegen.
— In der Industrie wurde weiterhin der absolute Wasserbedarf um 100 Mill. m³ seit

1980 gesenkt, wobei differenzierte Ergebnisse in den Ministeriumsbereichen erreicht wurden. Gute Ergebnisse wurden in Bereichen der Ministerien für Kohle und Energie, Chemische Industrie, Glas- und Keramikindustrie und Erzbergbau, Metallurgie und Kali erzielt. Im Bereich der Ministerien für Schwermaschinen- und Anlagenbau, Allgemeinen Maschinen-, Landmaschinen- und Fahrzeugbau und Bauwesen war eine Zunahme des Wasserbedarfs zu verzeichnen.
— Weitere Fortschritte konnten bei der Freisetzung von Trinkwasser durch die Industrie erreicht werden.
— Die Abwasserlast verringerte sich im Jahre 1982 um weitere 615 000 Einwohnergleichwerte. Gute Ergebnisse zeichneten sich im Bereich der WWD Oder-Havel ab. Dort erreichte die Reduzierung der Abwasserlast 31 600 EGW ausschließlich durch Intensivierungsmaßnahmen. Knapp 21 000 EGW-Senkung der Abwasserlast konnte im Bezirk Magdeburg in der Konsum-Schokoladenfabrik Tangermünde durch Rückgewinnung von 80 t/a Zucker erreicht werden. Diese Beispiele zeigen, welche Möglichkeiten wir besitzen, um durch Intensivierungsmaßnahmen einen wesentlichen Beitrag zur Abwasserlastsenkung zu leisten.
— Die Verfügbarkeit des Wasserdargebots konnte durch bessere Bewirtschaftung beim Oberflächenwasser um 28,5 Mill. m^3 und beim Grundwasser um weitere 74,2 Mill. m^3 durch Vorratserkundung erhöht werden.

Trotz vielfältiger guter Initiativen bei der Durchsetzung der rationellen Wasserverwendung ist festzustellen, daß es noch erheblicher Anstrengungen bedarf, um die Ziele der Direktive bis 1985 in allen Positionen zu erfüllen und zu überbieten. So zeigt die Abrechnung des Planes 1982, daß die geplante Senkung des spezifischen Wasserbedarfs um 10 % nicht erreicht wurde. Auch die bisherigen Ergebnisse bei der Freisetzung von Trinkwasser durch die Industrie aus dem öffentlichen Netz entsprechen noch nicht dem Tempo der eingegangenen Verpflichtungen zur Überbietung der in der Direktive zur rationellen Wasserverwendung gestellten Ziele.

Die weitere Durchsetzung des Kernstücks des Wassergesetzes, der rationellen Wasserverwendung in allen Bereichen der Volkswirtschaft — und dazu gehört vornehmlich auch die Durchsetzung der Beschlüsse zum Schutz der Gewässer —, erfordern im Jahre 1983 weit höhere Anstrengungen bei der Leitung und Planung aller damit zusammenhängenden Prozesse. Es kommt darauf an, die aktuelle hydrologische Lage in unserer Arbeit genauso zu berücksichtigen wie die hohen Ansprüche, die sich aus der Verwirklichung der ökonomischen Strategie der 80er Jahre ergeben. Unsere Arbeit, die der Sicherung der Hauptaufgabe und der dynamischen Entwicklung von Industrie und Landwirtschaft dient, kann nur erfolgreich sein, wenn es uns gelingt, ständig neue Reserven zu erschließen und meßbare Ergebnisse auf den Tisch zu legen.

Worauf konzentrieren wir uns bei der weiteren Arbeit?

- Wichtig ist die weitere Durchsetzung der rationellen Wasserverwendung durch weitere Reduzierung des Wasserbedarfs. Dazu sind die erforderlichen Bilanzentscheidungen zu erteilen.
- In Auswertung der Verteidigungen der Maßnahmepläne der Betriebe sind die entsprechenden Kontrollaufgaben festzulegen und durchzuführen. In Vorbereitung der Maßnahmepläne für 1984 ist besonders auf die Ausarbeitung von Prozeßanalysen zu orientieren, um weitere Reserven aufzudekken.
- In Vorbereitung auf den nächsten Fünfjahrplan ist die Erarbeitung staatlicher Normative zur Wertstoffrückgewinnung von besonderer Bedeutung. Dabei sind die erneuten Überprüfungen der Galvanikbetriebe zu nutzen. Grundlage für diese Normative müssen auch die von den Betrieben erarbeiteten wasserwirtschaftlichen Prozeßanalysen sein. Hierbei ist die koordinierende und fachlich anleitende Arbeit der Leitstelle für Rationelle Wasserverwendung wesentlich zu profilieren und die Arbeit der Sektoren zur rationellen Wasserverwendung in den Wasserwirtschaftsdirektionen weiter auszugestalten. Weitere Fortschritte werden auch mit der Durchsetzung der Ordnung zur Organisation, Durchführung und Auswertung der Befragung abwasserverursachender Betriebe durch die WWD und die Räte der Bezirke über Anfall, Verwertung und Beseitigung von Wertstoffen aus dem Abwasser erreicht. Die VEB WAB sind in diese Aufgaben voll einzubeziehen.

Ein wesentlich höheres Tempo ist bei der Ausarbeitung, Festlegung und Anwendung wissenschaftlich-technisch begründeter Normen des Wasserbedarfs und -verbrauchs für alle Wirtschaftszweige erforderlich. Um das Ziel, für 80 % des gesamten Wasserbedarfes der Industrie bis 1985 Wasserbedarfsnormen festzulegen, zu erreichen, sind die eingeleiteten Maßnahmen mit größerer Konsequenz umzusetzen und die Anforderungen an die Betriebe zur Arbeit nach Normen zu verstärken. Hier erwächst der FKG rationelle Wasserverwendung eine besondere Aufgabe.

Bei der Durchsetzung des Schutzes der Gewässer gilt unsere erhöhte Aufmerksamkeit dem Schutz der Trinkwasserressourcen, besonders durch erhöhte Kontrolle von Ordnung und Sicherheit in den Trinkwasserschutzgebieten und verstärkte Kontrolle des Umgangs mit Düngern und Bioziden im Bereich der Landwirtschaft.

Generell sind also im Jahre 1983 die Anstrengungen in besonderem Maße auf die konkrete Umsetzung der neuen Rechtsvorschriften und Beschlüsse in meßbare Ergebnisse bei der weiteren Senkung des Wasserbedarfs, der Wasserverluste und der Belastung der Gewässer zu richten. Für alle Wassernutzer müssen die Pflichten und Aufgaben zur rationellen Wassernutzung auf der Grundlage des neuen Wassergesetzes festgelegt und kontrollfähig gemacht werden.

wwt

Gesetz und Recht

Seit dem 1. Oktober 1982 ist das von der Volkskammer beschlossene neue Wassergesetz in Kraft. Es ist die gesetzliche Grundlage für die planmäßige Erfüllung der Aufgaben auf den Gebieten der rationellen Verwendung der Naturressource Wasser für die Trinkwasserversorgung der Bevölkerung und die Brauchwasserversorgung der Volkswirtschaft, des Schutzes der Gewässer und der Erhaltung ihrer vollen Funktionsfähigkeit sowie des Hochwasser- und Küstenschutzes. Der nachstehende Beitrag stellt den Anfang einer ständigen Reihe zu Fragen der Anwendung und Umsetzung des Wassergesetzes dar. Darin werden Rechtsvorschriften zu speziellen Fragen erläutert, Erfahrungen bei der Rechtsverwirklichung ausgewertet sowie Fragen beantwortet.
Unsere Leser werden aufgerufen, Fragen oder Unklarheiten an uns heranzutragen — kompetente Fachleute werden sie beantworten.

Welche Grundsätze wurden der Schaffung des neuen Wassergesetzes zugrunde gelegt?

Wichtigste Grundlage für die Überarbeitung des Wassergesetzes (nachfolgend WG genannt) aus dem Jahre 1963 bildeten die Beschlüsse des X. Parteitages sowie der Beschluß des Ministerrates vom 16. 7. 1981 über die Direktive zur rationellen Wasserverwendung im Fünfjahrplan 1981 bis 1983. Ziel der Überarbeitung des Wassergesetzes war es, durch weitere Vervollkommnung der staatlichen Leitung und Planung, der Nutzung und des Schutzes der Gewässer sowie der Sicherung einer rationellen Wasserverwendung bessere Voraussetzungen für die Befriedigung der steigenden Anforderungen an die Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser und der Volkswirtschaft mit Brauchwasser zu schaffen. Für die Gesetzgebung wurde die Wirksamkeit des WG aus dem Jahre 1963 und seiner Nachfolgebestimmungen sorgfältig analysiert. Als Ergebnis der Analyse wurden die Regelungen und Grundsätze übernommen, die sich bei der Lösung der wasserwirtschaftlichen Aufgaben in zwei Jahrzehnten bewährt hatten, wie die

— zentrale Leitung und Planung der Wasserwirtschaft
— Bewirtschaftung der Gewässer nach Flußeinzugsgebieten und Ausübung der zentralgeleiteten Staatl. Gewässeraufsicht
— Verantwortung der örtlichen Volksvertretungen und ihrer Räte für die Koordinierung und Kontrolle wasserwirtschaftlicher Maßnahmen und die Schaffung von Schutz- und Vorbehaltsgebieten

— Verantwortung der Betriebe und Einrichtungen für die eigene Wasserversorgung und Abwasserbehandlung
— Anwendung ökonomischer Stimuli zur rationellen Wasserverwendung und zur Reinhaltung der Gewässer
— breite Einbeziehung der Bürger bei der Lösung wasserwirtschaftlicher Aufgaben.

Die Analyse zeigte jedoch auch, daß eine Weiterentwicklung des Wasserrechts erforderlich war, um die gestiegenen Anforderungen an die Nutzung und den Schutz der Naturressource Wasser rechtlich zu sichern. Diesen Anforderungen wurde durch die Aufnahme folgender grundsätzlicher Neuregelungen in das WG Rechnung getragen:

— Aufgaben und Verantwortung der Staatsorgane und Wirtschaftseinheiten bei der Sicherung und Durchführung einer rationellen Wasserverwendung (§ 12 WG, § 17 1. DVO) mit dem Ziel, den Wasserbedarf zu senken und die Abwasserbehandlung zu verbessern
— Vervollkommnung der Planung, Bilanzierung und Bewirtschaftung der Wasserressourcen durch
  Einführung staatlicher Normative für den Brauchwassereinsatz und -verbrauch sowie die Wertstoffrückgewinnung (§ 5 WG)
  Regelung von Wasserbilanzentscheidungen zur Sicherung effektiver Lösungen bei der Wasserversorgung und Abwasserbehandlung der Wirtschaftseinheiten (§ 16 WG)
  Erweiterung der Genehmigungspflicht für Gewässernutzungen, die zu negativen Auswirkungen auf die Gewässer geführt haben (§ 17 WG, § 22 der 1. DVO)
— Rechtspflicht wassernutzender Wirtschaftseinheiten zur effektiven Nutzung wasserwirtschaftlicher Grundfonds durch Errichtung und Nutzung von Gemeinschaftsanlagen (§ 13 WG)
— Aufgaben und Verantwortung der Rechtsträger öffentlicher Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen für die Trinkwasserversorgung und Abwasserbehandlung in Städten und Gemeinden (§ 21 WG)
— Festlegung von Trinkwasservorbehaltsgebieten durch die Kreis- bzw. Bezirkstage zur perspektivischen Sicherung der Trinkwasserversorgung (§ 29 Abs. 2 WG)
— Erweiterung des sachlichen Geltungsbereichs auf die rationelle Verwendung und den Schutz des Wassers aus Wasserversorgungsanlagen (§§ 1 Abs. 2, 16, 23 und 24 WG)
— Einbeziehung der stehenden Gewässer wie Seen und Teiche in die Verantwortung für die Instandhaltung und den Ausbau der Oberflächengewässer (§§ 31 und 32 WG).

Die nach dem Inkrafttreten des WG aus dem Jahr 1963 erlassenen wasserrechtlichen Regelungen wurden in das neue WG übernommen. Andere, das Wasserrecht berührende Rechtsvorschriften wie z. B. das Landeskulturgesetz, das Berggesetz und die Bodennutzungsverordnung wurden berücksichtigt. Dadurch wurde die Überschaubarkeit des Wasserrechts verbessert und das WG in das bestehende Rechtssystem eingeordnet.

Gisela Lebek
Ministerium für Umweltschutz und Wasserwirtschaft

Informationstagung der KDT zur ökonomischen Bewertung der Abwasserlastsenkung in den Gewässern

Dr.-Ök. Werner SCHNEIDER, KDT
Beitrag aus dem Institut für Wasserwirtschaft

Der Fachausschuß „Ökonomik der Wasserwirtschaft" der KDT veranstaltete am 13. Oktober 1982 in Magdeburg eine Informationstagung über die Ermittlung und Darstellung des volkswirtschaftlichen Nutzens von Maßnahmen der Abwasserbehandlung als untrennbarer Bestandteil der rationellen Wasserverwendung in der Volkswirtschaft.

Das Ziel der Fachtagung bestand darin, durch Demonstration einer in verschiedenen Flußgebieten erprobten Methode zum Nachweis des Nutzens der Abwasserlastsenkung sowie durch Herausarbeitung von Wegen zur Erhöhung der Effektivität wasserwirtschaftlicher Maßnahmen einen wirksamen Beitrag zur weiteren Verwirklichung der vom Ministerrat der DDR beschlossenen Direktive zur rationellen Wasserverwendung im Fünfjahrplan 1981 bis 1985 zu leisten.

An der Tagung nahmen Leiter und Mitarbeiter aus Betrieben und Einrichtungen der Wasserwirtschaft auf den Gebieten der Planung, Vorbereitung und Durchführung von Maßnahmen der rationellen Wasserverwendung, der Organe der Staatlichen Gewässeraufsicht, Wasserbeauftragte der Industrie sowie Vertreter wissenschaftlicher Institutionen teil. Erfreulich war der relativ hohe Anteil junger Kader der Wasserwirtschaft.

In den Vorträgen sowie in der Diskussion wurde davon ausgegangen, daß das neue Wassergesetz vom 2. Juli 1982 /1/ die Verantwortung der Staats- und Wirtschaftsorgane sowie der Kombinate, Betriebe und Einrichtungen für die rationelle Wasserverwendung in der Volkswirtschaft wesentlich erhöht hat. Im Gesetz wurde dem Schutz des Wassers und der Gewässer ein großes Gewicht beigemessen. Der Gewässerschutz ist als gesamtgesellschaftliche Aufgabe von allen Wassernutzern, von den Betrieben und Bürgern, in ihrer Tätigkeit und in ihrem Verhalten zu erfüllen. Durch gezielte ökonomische Regelungen wird die rationelle Wasserverwendung stimuliert.

Für die effektive Leitung, Planung und Durchführung der wasserwirtschaftlichen Maßnahmen kommt der volkswirtschaftlichen Bewertung der Vorhaben in der Planungs- und Vorbereitungsphase, bei Wasserbilanzentscheidungen und im wasserrechtlichen Genehmigungsverfahren erhöhte Bedeutung zu. Durch die Ermittlung des volkswirtschaftlichen Nutzens der Abwasserlastsenkung in den Flußgebieten, der sich aus dem betrieblichen und überbetrieblichen Nutzen ergibt, wird gesichert, daß

— eine begründete Rang- und Reihenfolge der Vorhaben eingehalten,
— das Verhältnis von Aufwand und Ergebnis nachhaltig verbessert und
— die günstigste technologische und bautechnische Lösung der Maßnahmen konzipiert wird.

Mit der Rahmenrichtlinie für die Ermittlung, Planung, Kontrolle und Abrechnung der Effektivität der Maßnahmen des wissenschaftlich-technischen Fortschritts, die mit der Anordnung vom 5. Februar 1982 in der Volkswirtschaft in Kraft gesetzt wurde /2/, werden auch für den Nutzensnachweis in der Wasserwirtschaft erhöhte Anforderungen gestellt. Die zweigspezifischen Festlegungen wurden dazu in den organisatorischen und terminlichen Regelungen zur Ausarbeitung der Entwürfe zum Volkswirtschaftsplan 1983 sowie in der entsprechenden Ordnung vom 1. Januar 1983 durch das Ministerium für Umweltschutz und Wasserwirtschaft getroffen. Die hier zu beachtenden Gesichtspunkte und die auftretenden Probleme bei der Ermittlung des volkswirtschaftlichen Nutzeffekts der Abwasserlastsenkung standen im Mittelpunkt der Referate dieser Fachtagung.
Es wurden folgende Vorträge gehalten:

— Grundlagen, Methoden und Beispiele zur Bewertung von Maßnahmen der Abwasserlastsenkung in den Gewässern (Beitrag aus dem Institut für Wasserwirtschaft Berlin)
— Abwasserreinigung in Verbindung mit der Analyse des Flußsystems (Beitrag aus dem Institut für Wasserwirtschaft Budapest)
— Beurteilung wasserwirtschaftlicher Maßnahmen für die Durchsetzung der rationellen Wasserverwendung aus technologischer Sicht (Beitrag aus der Leitstelle für rationelle Wasserverwendung)
— Zur Bewertung der Abwasserlastsenkung und Erfüllung gesellschaftlicher Ansprüche der Wassernutzer an die Abwasserbeschaffenheit (Beitrag der Staatlichen Gewässeraufsicht der Oberflußmeisterei Halle)
— Bewertungsergebnisse der Abwasserlastsenkung im Gebiet der Helme (Beitrag aus der Ingenieurschule für Wasserwirtschaft Magdeburg)
— Bewertung betrieblicher Maßnahmen für die Durchsetzung der rationellen Wasser-

verwendung aus der Sicht eines Industriebetriebs (Beitrag aus dem VEB Papier- und Kartonwerk Schwedt)

— Erfahrungen und Ergebnisse aus der Bewertung der vorgesehenen Erweiterung der Gemeinschaftskläranlage Cottbus (Beitrag aus dem Institut für Wasserwirtschaft Berlin und dem VEB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung Cottbus).

Der Beitrag von *Böhler,* IfW, wird in diesem Heft (S. 150–152) veröffentlicht.
Die Diskussion zeigte die Notwendigkeit einer stärkeren ökonomischen Durchdringung des wasserwirtschaftlichen Reproduktionsprozesses. Sie machte deutlich, daß der volkswirtschaftlichen Begründung für die Aufnahme der Abwasserlastsenkung in die Pläne durch Bewerten des volkswirtschaftlichen Nutzeffekts ein hoher Stellenwert für Leistungsentscheidungen zukommt. Die Untersuchungsergebnisse zeigen, daß bei einer die überbetrieblichen Ergebnisse einschließenden Ermittlung der volkswirtschaftlichen Effekte ein deutlicher ökonomischer Nutzen der Abwasserbehandlung unter Einbeziehung der Wertstoffrückgewinnung nachgewiesen werden kann. Der ungarische Beitrag auf der Tagung charakterisierte zudem eindrucksvoll, wie durch komplexe Maßnahmen im Flußgebiet die Wassergüteregulierung mit einem minimalen Aufwand zu verwirklichen ist.
Die im Institut für Wasserwirtschaft ausgearbeitete Methode für die ökonomische Bewertung des Nutzens der Abwasserlastsenkung wird der Praxis in der Reihe „Rationelle Wasserverwendung in Industriebetrieben (Heft 4)" zur Verfügung gestellt. Aber schon jetzt ist es richtig, in den Betrieben und Wasserwirtschaftsdirektionen Berechnungen nach der vorgestellten Methode weiter vorzunehmen, was auf Resonanz bei den Teilnehmern stieß. Insgesamt wird eingeschätzt, daß mit den auf einem hohen Niveau stehenden Vorträgen und der Diskussion ein nützlicher Beitrag zur rationellen Wasserverwendung geleistet werden konnte.

Literatur

/1/ Wassergesetz vom 2. 7. 1982, GBl. I S. 467

/2/ Anordnung vom 5. 2. 1982 über die Rahmenrichtlinie für die Ermittlung, Planung, Kontrolle und Abrechnung der Effektivität der Maßnahmen des wissenschaftlich-technischen Fortschritts (GBl. I S. 165)

Volkswirtschaftliche Bewertung wasserwirtschaftlicher Maßnahmen zur Durchsetzung der rationellen Wasserverwendung und Abwasserlastsenkung in den Gewässern

Dr. Dieter BÖHLER, KDT
Beitrag aus dem Institut für Wasserwirtschaft

Ausgangspunkt für die Notwendigkeit der volkswirtschaftlichen Bewertung von wasserwirtschaftlichen Maßnahmen ist, daß jede Wassernutzung grundsätzlich Einfluß auf die Folgenutzungen hat. Deshalb kann die Effektivitätsbetrachtung nicht nur Sache des die Maßnahmen realisierenden Betriebes sein. Vielmehr sind die relevanten Wirkungen auf die Folgenutzungen mit zu berücksichtigen. Nicht die betriebliche, sondern die volkswirtschaftliche Effektivität ist entscheidend für die Begründung und die Festlegung der Rang- und Reihenfolge wasserwirtschaftlicher Maßnahmen (Kläranlage, Wasserwerk, Talsperre u.a.). Die Effektivitätsermittlung ist — wie bei allen Maßnahmen des wissenschaftlich-technischen Fortschritts — in Abhängigkeit

- von der volkswirtschaftlichen Bedeutung, der Spezifik und dem Ausmaß der Verflechtung der Maßnahme sowie
- von der Nachweisbarkeit und dem vertretbaren Arbeitsaufwand

vorzunehmen. /1/

Nach einer im Institut für Wasserwirtschaft entwickelten Methode (Weiterentwicklung der in der Rahmenmethodik für wasserwirtschaftliche Prozeßanalysen von 1981 /3/ enthaltenen Bewertungsmethode) kann die volkswirtschaftliche Effektivität von wasserwirtschaftlichen Maßnahmen durch Ermitteln des volkswirtschaftlichen Nutzens, des Nutzeffekts der laufenden Aufwendungen und des Nutzeffekts der einmaligen Aufwendungen bestimmt werden. /2/
Dabei ist zu beachten, daß jeder ökonomischen Bewertung einer Realisierungsvariante die naturwissenschaftliche Bewertung des Wassers besonders nach seinen Nutzungsbedingungen (einschließlich der ökologischen) sowie die technologische Bewertung der materiell-technischen Möglichkeiten vorausgehen müssen. So ist z. B. das Wasser zunächst dargebots- und bedarfsseitig nach Menge und Beschaffenheit zu beurteilen, damit entsprechend den jeweiligen quantitativen und qualitativen Anforderungen an seinen Gebrauchswert die für die Wasserbehandlung geeignete Technologie ausgewählt werden kann. Für das Finden der effektivsten Variante einer Maßnahme ist dann der Vergleich des ökonomischen Nutzeffekts erforderlich, der mit Hilfe der ökonomischen Bewertung zu ermitteln ist. In die Gesamtbeurteilung der Maßnahme sind schließlich die wertmäßig nicht quantifizierbaren Einflußfaktoren mit einzubeziehen. Die naturwissenschaftliche, technologische und ökonomische Bewertung bilden eine Einheit.

Volkswirtschaftlicher Nutzen

$$\Delta VWE = \sum_{i=1}^{n} \Delta EBE + \sum_{i=1}^{n} \Delta SVE \quad \text{in TM/a} \qquad (1)$$

VWE — maßnahmebezogener volkswirtschaftlicher Ergebniszuwachs in TM/a. Er ergibt sich aus der Erhöhung betrieblicher Erlöse bzw. der Senkung betrieblicher Kosten und Ausgaben in nichtproduktiven Bereichen einschließlich Schadensminderung. Die maßnahmebezogene Erhöhung von Kosten bzw. Ausgaben (Abschreibungen, Energiekosten u. a.) wirken dem Ergebniszuwachs entgegen und sind entsprechend zu berücksichtigen.

EBE — Zuwachs an einheitlichem Betriebsergebnis bei den Herstellern, Anwendern und weiteren Bevorteilten der Anlage bzw. der Maßnahme in TM/a. Als weitere Bevorteilte gelten besonders Betriebe der Industrie, Landwirtschaft und Fischereiwirtschaft.

SVE — Zuwachs am Ergebnis aus sonstigen Vorteilswirkungen in TM/a. Hierzu zählen Ergebnisse aus allen Vorteilswirkungen, die als *EBE* nicht erfaßbar sind, wie Einsparung an Ausgaben für Sport und Erholung sowie für Instandhaltung an Gewässern, Schadenminderung usw.

— Einflußkomponenten bei den Herstellern, Anwendern und weiteren Bevorteilten.

Für eine Maßnahme wird ein volkswirtschaftlicher Nutzen ausgewiesen, wenn $\Delta VWE > 0$.
Ziel: $VWE \rightarrow \max$!

Volkswirtschaftlicher Nutzeffekt der laufenden Aufwendungen

$$N_{LA} = \frac{\sum_{i=1}^{n} VWE_E}{\sum_{i=1}^{n} VWE_M} \qquad (2)$$

N_{LA} — volkswirtschaftlicher Nutzeffekt der laufenden Aufwendungen, dimensionslos

VWE_E — Erhöhungen des volkswirtschaftlichen Ergebnisses in TM/a, unsaldiert (Erlöserhöhungen, Senkungen von Kosten

Tafel 1 Erfassung von maßnahmebezogenen Veränderungen bei betrieblichen Erlösen und bei Leistungen der Naturpotentiale

Kennziffer	vor Real. d. Maßnahme TM/a	nach Real. d. Maßnahme TM/a	Veränderung (Sp. 3 ./. 2) TM/a
1	2	3	4
Erlös aus Absatz von Erzeugnissen und Leistungen[1]			
Erlös aus Verkauf von Sekundärrohstoffen und Sekundärenergie[2]			
Erlös aus freiwerdenden Grundmitteln und Material			
leistungsunabhängige Erlöse (vereinnahmte Vertragsstrafen, Schadenersatzleistungen, Verzugszinsen)			
Erlös aus Export			
Erholungsleistung des Gewässers[3]			

[1]) z. B. aus landwirtschaftlichen Produkten durch Beregnung, Erzeugnissen aus der Fischwirtschaft, aus Energiegewinnung bei Talsperren
[2]) aus verkauften Sekundärrohstoffen und Sekundärenergie, die aus dem Abwasser gewonnen werden
[3]) Berechnung nach Methodik zur Beurteilung der Erholungsleistung von Gewässern. Werte sind zur Berücksichtigung der Baupreisentwicklung mit 1,4 zu multiplizieren

Tafel 2 Erfassung von maßnahmebezogenen Veränderungen bei laufenden Aufwendungen (betriebliche Kosten bzw. Ausgaben im nichtproduktiven Bereich)

Kennziffer	vor Real. d. Maßnahme TM/a	nach Real. d. Maßnahme TM/a	Veränderung (Sp. 3 ./. 2) TM/a
1	2	3	4
Abschreibungen			
Grundmaterial			
Energie, Brenn-, Kraft- und Schmierstoffe			
Bezug von Trink- und Brauchwasser			
Abwasserableitungen in öffentliche Kanalisation			
Sonstiges Material			
Verbrauch fremder produktiver Leistungen			
Tarif- und leistungsabhängige Löhne			
Wassernutzungsentgelt			
Sanktionen und Zahlungen für Abwasser (ohne Pos. 4)			
Schadenersatz			
Ausgaben im nichtproduktiven Bereich			
Sonstige laufende Aufwendungen			

Für die Berechnung des volkswirtschaftlichen Nutzeffektes der laufenden Aufwendungen ist es zweckmäßig, die Tafel 2 getrennt für Erhöhungen (Kosteneinsparungen) und für Minderungen des volkswirtschaftlichen Ergebnisses (Kosten für die Realisierung von Anlagen und Maßnahmen zur rationellen Wasserverwendung) aufzustellen.

Anmerkung zu Tafeln 1 und 2:
Für bestimmte Positionen aus den Tafeln 1 und 2 sind detaillierte Ermittlungen auf gesonderten Tabellen erforderlich. Detaillierte Kostenerfassungen sind z. B. naheliegend für Tafel 1 (Erholungsleistung des Gewässers) sowie für Tafel 2 (Aufteilung nach Elektroenergie, Wärmeenergie, Dampf-, Brenn-, Kraft- und Schmierstoffe). Doppelerfassungen oder unnütze Kostendetaillierungen sind zu vermeiden.

Tafel 3 Erfassung der einmaligen Aufwendungen

Kennziffer	Aufwand TM
Wissenschaft und Technik (einschl. Standardisierung und Lizenzen)[1]	
Investitionen (einschl. Projektierungskosten)	
Umlaufmittelzuführung	
Restbuchwerte für auszusondernde Grundmittel	
Anlaufkosten	
Summe	

[1]) Da der anteilige Aufwand für die Grundlagenforschung schwer zu erfassen ist, wird hier einheitlich der anteilige Aufwand für die angewandte Forschung eingesetzt

Tafel 4 Berechnung des ökonomischen Nutzeffekts

Kennziffer		Wert
maßnahmebezogene Erlösveränderung	(Tafel 1)	TM/a
maßnahmebezogene Veränderung lfd. Aufwendungen	(Tafel 2)	TM/a
Summe volkswirtschaftl. Ergebniszuwachs	(1./.2)	TM/a
Erhöhungen des VWE	(Tafel 1 + 2)[1])	TM/a
Minderungen des VWE	(Tafel 1 + 2)[1])	TM/a
Kontrollrechnung	(4./.5 = 3)	TM/a
Nutzeffekt der lfd. Aufwendungen N_{LA}	(4 : 5)	
einmalige Aufwendungen	(Tafel 3)	TM

[1]) saldierte Positionen der Tafeln 1 und 2 sind in ihre Detailpositionen (unsaldierte Positionen) zu untergliedern

bzw. Ausgaben einschließlich Schadensminderungen)

VWE_M — Minderungen des volkswirtschaftlichen Ergebnisses in TM/a, unsaldiert (maßnahmebezogene Erhöhung von Kosten bzw. Ausgaben).

Eine Maßnahme weist einen Nutzeffekt aus, wenn $N_{LA} > 1$.
Ziel: $N_{LA} \rightarrow \max!$

Volkswirtschaftlicher Nutzeffekt der einmaligen Aufwendungen

$$R_{EA} = \frac{\sum_{i=1}^{n} EA}{\sum_{i=1}^{n} \Delta VWE} \quad (a) \qquad (3)$$

R_{EA} — Rückflußdauer der einmaligen Aufwendungen der Maßnahme in Jahren

EA — einmalige Aufwendungen der Maßnahme in TM (entsprechend den Definitionen für Planung, Rechnungsführung und Statistik)

VWE — maßnahmebezogener volkswirtschaftlicher Ergebniszuwachs nach Formel (1)

Die Rückflußdauer der einmaligen Aufwendungen ist nachweisbar, wenn $\Delta VWE > 0$!
Ziel: $R_{EA} \rightarrow \min!$

Abschlußbeurteilung der volkswirtschaftlichen Effektivität der Maßnahme

In der Abschlußbeurteilung des volkswirtschaftlichen Nutzeffekts einer Maßnahme ist auf der Grundlage der Berechnungsergebnisse eine Gesamteinschätzung vorzunehmen, wobei nichtquantifizierbare Kriterien verbal zu beschreiben sind. Die Abschlußbeurteilung besteht aus:
1. Einschätzung des erreichten volkswirtschaftlichen Nutzens, des Nutzeffekts der laufenden Aufwendungen und des Nutzeffekts der einmaligen Aufwendungen im Vergleich zu vorgegebenen Normativen bzw. zum volkswirtschaftlichen Nutzeffekt vergleichbarer anderer Maßnahmen, vor allem zu Bestwerten
2. Einschätzung der Wirkungen der Maßnahme auf nur z. T. oder nicht quantifizierbare politische, militärische, soziale, kulturelle, ökonomische und wissenschaftlich-technische Effektivitätskriterien wie

— Gesunderhaltung der Bevölkerung
— Erhöhung des Selbstreinigungspotentials der Gewässer und sonstiger Einfluß auf das Geo-Öko-System
— Erhöhung der Sicherheit der Trink- und Betriebswasserversorgung allgemein sowie der Notwasserversorgung in Extremsituationen
— Verbesserung der Arbeits- und Lebensbedingungen der Werktätigen
— Automatisierungsgrad, Mechanisierungsgrad und Instandhaltungsfreundlichkeit der Anlage.

Abgrenzung der ökonomischen Bewertungskriterien

Die Bestimmung der volkswirtschaftlichen Effektivität von wasserwirtschaftlichen Maßnahmen erfolgt auf der Grundlage von effektiven Erlös- und Aufwandskennziffern der Betriebe bzw. nach spezifischen Erlös- und Aufwandskennziffern, Preisen usw., die aus verbindlichen Rechtsgrundlagen, Veröffentlichungen in Fachzeitschriften u. ä. entnommen werden können. Die Auswirkungen einer Maßnahme auf die Reduzierung von Abwassergeld bzw. auf die Wassernutzung in anderen Bereichen (Industrie,

Landwirtschaft, Fischwirtschaft, Erholung u. a.) sind in Zusammenarbeit mit der zuständigen Staatlichen Gewässeraufsicht zu ermitteln. Schäden durch wasserwirtschaftliche Extremsituationen (Hochwasser oder Niedrigwasser), Havarien bei Industriebetrieben oder unkontrollierte Einleitung von Gülle, Silagesickersäften usw. in die Gewässer haben für die Volkswirtschaft z. B.

- Erlösminderung (Fischsterben, Produktionseinschränkungen in Industriebetrieben u. a.),
- zusätzliche laufende Aufwendungen, die den Gewinn schmälern (Abwassergeld und Schadenersatz — sie werden betriebswirtschaftlich als nichtplanbare und nicht kalkulierbare Kosten abgerechnet —, Instandhaltungsleistungen u. a.) oder/und
- zusätzliche einmalige Aufwendungen (Ersatzinvestitionen)

zur Folge, die jeweils richtig zugeordnet werden müssen.

Wichtige spezifische Bewertungskennziffern sind u. a. in folgenden Rechtsgrundlagen bzw. Veröffentlichungen /2/ enthalten:

— Liste der Wassernutzungsentgelte für die Entnahme von Oberflächen- und Grundwasser vom 12. 12. 1980 zur AO Nr. Pr. 344

— Preisliste 1 — Industrieabgabepreise für Trinkwasser vom 8. 8. 1980 zur AO Nr. Pr. 345

— Preisliste 2 — Preiserrechnungsvorschrift (PEV) — Preisermittlung der Industrieabgabepreise für Betriebswasser vom 8. 5. 1980 zur AO Nr. Pr. 345

— Preisliste 3 — Industrieabgabepreise für die Ableitung von Abwasser in Abwasseranlagen — vom 8. 5. 1980 zur AO Nr. Pr. 345

— Preisliste 4 — Bestimmungen über die Anwendung unveränderter Preise und Gebühren für Trink- und Betriebswasser und für die Ableitung von Abwasser in Abwasseranlagen — vom 8. 5. 1980 zur AO Nr. Pr. 345

— Verzeichnis der bei Ermittlung des Wasserverbrauches nach Pauschalen anzuwendenden Verbrauchseinheiten und Verbrauchsrichtzahlen Teil I und II vom 8. 5. 1980

— Kennzifferntabelle für Abwassergeld; Anlage zur 2. DVO zum Wassergesetz, GBl. I 1982 S. 487

— Grenzwerte für Abwasserinhaltstoffe gemäß § 10 der Abwassereinleitungsbedingungen, GBl. I 1978 Nr. 29

— Preissanktionen für Überschreitung der zulässigen Abwasserlast nach Anlage 2 der Abwassereinleitungsbedingungen, GBl. I 1978 Nr. 29

— Verfügung Nr. 8/80 des Ministers für Umweltschutz und Wasserwirtschaft über die Normative für wasserwirtschaftliche Investitionen vom Juli 1980

— Methodik zur Beurteilung der Erholungsleistung von Gewässern sowie Aufwandsvergleiche vom April 1974; ausgearbeitet durch FUA „Ökonomie der Wasserbewirtschaftung" der KDT oder Klapper, H.: Vorschlag zur Darstellung des aktuellen Erholungswertes einer Seenlandschaft; WWT 22 (1972) 4.

Erfassung der ökonomischen Bewertungskriterien

Die effektive Erfassung der Bewertungskriterien sowie die Nutzeffektsberechnungen können mit Hilfe vorbereiteter Tabellen vorgenommen werden, die je nach den spezifischen Bedingungen zu erweitern sind. Die Kriterienerfassung erfolgt vor und nach Realisierung der Maßnahme, woraus die Veränderung ermittelt werden kann. Die maßnahmebezogene Reduzierung des Abwassergeldes ist als Einsparung nicht planbarer und nicht kalkulierbarer Kosten beim Anwender zu erfassen. Um eine Doppelerfassung zu vermeiden, ist der Ergebniszuwachs der weiteren Bevorteilten insgesamt nur in Höhe des Betrages zu erfassen, der die Reduzierung an Abwassergeld überschreitet.

Anwendungsbereich der Bewertungsmethode

Die Methode zur ökonomischen Bewertung von wasserwirtschaftlichen Maßnahmen wurde an verschiedenen Maßnahmen der rationellen Wasserverwendung und der Abwasserlastsenkung erfolgreich erprobt. Nach den bisherigen Erfahrungen ist die Bewertungsmethode grundsätzlich zur Bestimmung der volkswirtschaftlichen Effektivität für alle wasserwirtschaftlichen Maßnahmen anwendbar. Gegenüber der Methode der komplexen Aufwandskennziffer hat sie den Vorteil, daß sie einfacher anwendbar ist und auch maßnahmebezogene Erlösveränderungen in die Effektivitätsermittlung einbezogen werden. Sie ermöglicht jedoch keine Berücksichtigung der Aufwandsverzinsung für die Nutzungsdauer der Anlagen, wie das bei Minimierung des Gesamtaufwandes mit Hilfe der komplexen Aufwandskennziffer der Fall ist. Beide Methoden ergänzen sich in ihren Ergebnissen und führen nach den bisherigen Erfahrungen prinzipiell zur gleichen Vorzugsvariante. Es wird deshalb empfohlen, große wasserwirtschaftliche Investitionen nach beiden Methoden zu bewerten und die Ergebnisse miteinander zu vergleichen.

Literatur

/1/ Anordnung über die Rahmenrichtlinie für die Ermittlung, Planung, Kontrolle und Abrechnung der Effektivität der Maßnahmen des wiss.-tech. Fortschritts vom 5. 2. 1982; GBl. I 1982 Nr. 8, S. 168

/2/ *Böhler, D.:* Theoretische Grundlagen und Vorschläge zur Bewertung des Wassers und von wasserwirtschaftlichen Maßnahmen sowie zur weiteren Verbesserung der ökonomischen Stimulierung der rationellen Wassernutzung; Dissertation A, Humboldt-Universität zu Berlin 1982

/3/ Rahmenmethodik zur Ausarbeitung von Analysen der wasserwirtschaftlichen Verhältnisse in industriellen Produktionsbetrieben — Wasserwirtschaftliche Prozeßanalysen WPA —; Leitstelle für Wirtschaftliche Wasserverwendung bei der WWD Obere Elbe-Neiße, Dresden 1981



Bücher

Rationelle Nutzung von Kleinteichen

Von Dr. *Herbert Zobel,*

VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin; 1982, 159 S., 65 Abb., Preis: 7,— M (DDR).

Seen, Flüsse und Teiche gehören wie der Boden und die Wälder zu den natürlichen Reichtümern unseres Landes, deren sinnvolle volkswirtschaftliche Nutzung eine immer größere Bedeutung erlangt. Sie liefern das für die Bevölkerung benötigte Trinkwasser, für die Landwirtschaft das Beregnungswasser, für die Industrie das Kühl- und Brauchwasser und für die Binnenschiffahrt die Voraussetzungen zur Lösung von Transportaufgaben. Aber auch für eine erholsame Freizeit- und Urlaubsgestaltung sind Binnengewässer sehr wichtig.

Im Rahmen dieser Mehrfachnutzung unserer Binnengewässer hat die Binnenfischerei einen wichtigen Platz. Auf 115 000 ha Seen und Fließgewässern, 13 400 ha Teichen sowie in industriemäßigen Anlagen wurden rund 13 000 t Speisefische erzeugt. Erhebliche Reserven sind durch planmäßiges Einbeziehen der Gewässer in das langfristige Programm zur Steigerung der Speisefischproduktion zu erschließen, die bisher nicht oder noch unzureichend fischwirtschaftlich oder angelsportlich genutzt werden (Talsperren, Staubecken, Kleinteiche, Kanäle, Restgewässer wie Tagebaue, Kiesgruben und Steinbrüche).

Die Lösung all dieser wichtigen Aufgaben wird mit dem vorliegenden Taschenbuch unterstützt.

Es enthält u. a. folgende Schwerpunkte:

- Möglichkeiten und Grenzen der Kleinteichwirtschaft
- Anforderungen an die Gewässer
- Rekonstruktion und Bau von Teichen
- Stoffwechselvorgänge im Teich
- Bewirtschaftung ablaßbarer Teiche
- Bewirtschaftung nicht ablaßbarer Gewässer
- Abfischen vollständig abfischbarer Teiche
- Entenproduktion auf Fischgewässern
- Wichtigste Fischkrankheiten und hygienische Maßnahmen.

WWT

Möglichkeiten zur Darstellung der volkswirtschaftlichen Effektivität der Abwasserbehandlung

Dipl.-Ök., Ing. BARKENTHIEN
Beitrag aus der Ingenieurschule für Wasserwirtschaft Magdeburg

Gegenwärtig ist im internationalen Maßstab eine ständig fortschreitende Verknappung der Wasserressourcen festzustellen. Diese Tatsache ist nicht nur das Ergebnis zu geringer Wassermengen, sondern in zunehmendem Maße auch das Ergebnis einer sich verschlechternden Wasserbeschaffenheit. Da die extensive Erweiterung der quantitativen Verfügbarkeit des Wassers (stabiles und reguliertes Wasserdargebot) eingeschränkt ist, sind die gesellschaftlichen Ansprüche an die Ressource immer zwingender durch Intensivierung sowohl der Wasserbereitstellung als auch der Wassernutzung zu sichern. Beide Prozesse sind auf die intensiv erweiterte Reproduktion der realen Wasserressource gerichtet und daher eng miteinander verbunden. Die Senkung des absoluten und spezifischen Wasserverbrauchs führt zur Ressourcenfreisetzung und damit zu einer relativen Erhöhung des Wasserdargebots. Dieser Effekt wird jedoch nur über die Einheit von Menge und Güte wirksam.
Die vorhandene Wassermenge wird nur in dem Maße durch die Gesellschaft genutzt, wie sie auch aus qualitativer Sicht für die einzelnen Bedarfsträger verfügbar ist. Die mit dem Gewässerschutz verbundenen gesellschaftlichen Aufwendungen zur Sicherung der gegebenen Wasserbeschaffenheit sind als Aufwendungen zur einfachen Reproduktion der real genutzten Ressource aufzufassen. Die vorhandene Abflußmenge bleibt durch die gesicherte Beschaffenheit weiter im bisherigen Umfang verfügbar.
Verbessert sich jedoch die Gewässerbeschaffenheit im Ergebnis dieser Aufwendungen, können auch die Wassermengen genutzt werden, die vorher wegen nicht ausreichender Beschaffenheit ungenutzt oder nicht mehrfach genutzt abflossen. In diesem Fall bewirken die Aufwendungen eine intensiv erweiterte Reproduktion der Ressource; denn der vorhandene Abfluß steht durch seine qualitativ bessere Verfügbarkeit in größerem Umfang zur Bedarfsdeckung bereit.
Der Grad der Verfügbarkeit der Ressource, d. h. der Grad der Übereinstimmung von dargebotsseitigen quantitativen und qualitativen Parametern mit den bedarfsseitigen Anforderungen, ist die wichtige Einflußgröße auf die mit der Ressourcennutzung verbundene Produktivität der gesellschaftlichen Arbeit.

Die mit dem Gewässerschutz verbundenen hohen gesellschaftlichen Aufwendungen machen eine ökonomische Interpretation der zu erwartenden Vorteile notwendig. Diese ökonomische Interpretation dient dabei in erster Linie der Objektivierung von Entscheidungsprozessen im Rahmen der planmäßigen Gestaltung der Reproduktion von Wasserressourcen. Das bedeutet jedoch nicht, daß sich die Entscheidungsfindung nur an den Aussagen ökonomischer Kennziffern orientieren kann. Die Komplexität der von den Ressourcen ausgehenden Wirkungen auf den gesamtgesellschaftlichen Reproduktionsprozeß verlangt eine gleichberechtigte Berücksichtigung sämtlicher Effekte.

Die durch den Gesetzgeber im Wassergesetz /1/ formulierte Anforderung an die Aussagequalität von Wasserbilanzentscheidungen ist ohne Nachweis der sich aus der jeweiligen Nutzung ergebenden ökonomischen Vor- und Nachteile nicht realisierbar.
Für den Bereich der Abwasserbehandlung geht es in erster Linie um eine Beurteilung der volkswirtschaftlichen Effektivität der Maßnahme, also um die Gegenüberstellung von gesellschaftlich notwendigem Aufwand für die Abwasserbehandlung (A) und den unterhalb im Gewässer durch die Nutzer objektiv realisierten ökonomischen Vorteil (ΔN)

$$VWE = \frac{\Delta N}{A}. \qquad (1)$$

Mit der Forderung nach höherer Ressourcenverfügbarkeit ergeben sich steigende Anforderungen an die Abwasserbehandlung, die eine einfache oder intensiv erweiterte Reproduktion der Wasserressource notwendig machen.
Die Effektivität der Maßnahmen zur einfachen Reproduktion ergibt sich nicht nur aus den laufenden Aufwendungen (A_L) zur Abwasserbehandlung.
— Volkswirtschaftliche Effektivität der laufenden Aufwendungen

$$N_{LA} = \frac{\Delta N}{AL}. \qquad (2)$$

Die einfache Reproduktion ist an einigen Standorten auch mit einmaligen Aufwendungen A_E verbunden. Die Notwendigkeit derartiger Investitionen ergibt sich immer dann, wenn für bestehende Nutzungsverhältnisse durch veränderte Situationen im Bereich der Abwasserbehandlung (z. B. Erhöhung der Abwasserlast) nachteilige Auswirkungen zu erwarten sind.
— Volkswirtschaftliche Effektivität der einmaligen Aufwendungen

$$E_{EA} = \frac{\Delta N}{AE}. \qquad (3)$$

Das Hauptproblem beim Nachweis der volkswirtschaftlichen Effektivität der Abwasserbehandlung liegt vor allem im Bereich der ökonomischen Interpretation ihrer Ergebniskomponente (ΔN). Man kann jedoch unterstellen, daß jede konkret dargebotsseitige Beschaffenheit der Gewässer bedarfsseitig im Nutzungsprozeß Effekte auslöst, die ökonomisch oder außerökonomisch zu bewerten sind. Für den Bereich der ökonomischen Bewertung im allgemeinen und für die Nutzensbewertung im besonderen kann davon ausgegangen werden, daß eine verbesserte Wasserbeschaffenheit auch einen ökonomischen Nutzen (z. B. Mehrerlös, Gewinnerhöhung, Kostensenkung) bewirkt.

Bei allen Nutzungsprozessen, die eine Wasseraufbereitung voraussetzen, äußert sich die Vorteilswirkung aus verbesserter Wasserqualität in einer Senkung der Aufbereitungskosten. Bei allen anderen Nutzungen wirkt sie sich direkt auf das Ziel der Nutzungsprozesse aus (z. B. Ertrag der landwirtschaftlichen und fischereiwirtschaftlichen Produktion).

Um die Nutzenserhöhung ermitteln zu können, ist der ökonomische Vorteil für zwei Beschaffenheitszustände nachzuweisen.

Zustand 0: Beschaffenheit bei Nichtrealisierung der Maßnahme

Zustand 1: Beschaffenheit bei Realisierung der Maßnahme

Somit läßt sich der volkswirtschaftliche Nutzen ΔN durch die Vorteilswirkungen bei den einzelnen Bedarfsträgern unterhalb der Abwasserbehandlungsanlage (ABA) wie folgt untersetzen:

— *Wasserversorgung*

$$\Delta k_w = k_{w0} - k_{w1} \qquad (4)$$

Δk_w = Kostensenkung bei der Wasseraufbereitung nach dem Bau der ABA

k_{w0}/k_{w1} = Aufbereitungskosten bei Gewässerzustand 0/1

— *Fischereiwirtschaft*

$$\Delta e_F = e_{F1} - e_{F0} \quad \text{(M/a)} \qquad (5)$$

Δe_F = Ergebniserhöhung bei Absatz des Fischertrages

e_{F0}/e_{F1} = Ergebnis beim Gewässerzustand 0/1

— *Landwirtschaft (Beregnung)*

$\Delta e_L = e_{L1} - e_{L0}$ (M/a) (6)

Δe_L = Ergebniserhöhung aus dem Absatz des Mehrertrages

e_{L0}/e_{L1} = Ergebnis bei Gewässerzustand 0/1.

— *Rekreation (Baden)*

$\Delta k_R = k_{R0} - k_{Ri}$ (m/a) (7)

Δk_R = Kostensenkung zur Absicherung der Erholung

k_{R0}/k_{Ri} = Kosten bei Gewässerzustand 0/1.

Werden mit dem Bau der Abwasserbehandlungsanlage gleichzeitig die Anlage erweitert oder erstmalig Anlagen zur Wertstoffrückgewinnung errichtet, ist N um den Betrag e_W (Ergebnis aus dem Absatz rückgewonnener Wertstoffe) zu erhöhen.

In Abstimmung mit dem Institut für Wasserwirtschaft Berlin untersuchte 1981/82 ein Studentenkollektiv der Ingenieurschule für Wasserwirtschaft Magdeburg /2/ die ökonomische Interpretation von Maßnahmen des Gewässerschutzes am Beispiel einer Abwasserbehandlungsanlage. Dabei wurde in /3/ eine Möglichkeit zur Simulation des Beschaffenheitszustandes 0 und Ansätze zum zahlenmäßigen Nachweis der Effektivität für eine Maßnahme zur einfachen Ressourcenreproduktion vorgelegt.

Im Bereich der untersuchten Abwassereinleitung wird gegenwärtig das mechanisch vorbehandelte Abwasser verregnet bzw. verrieselt. Da die derzeit dafür noch vorhandenen Flächen in absehbarer Zeit durch fortschreitenden Kiesabbau völlig entzogen werden, ist bei Nichtrealisierung einer neuen ABA, die gleichzeitig eine ganzjährige Abwasserableitung ermöglicht, mit einem Absinken der Beschaffenheit von der gegenwärtigen Klasse 2 (TGL 22764) auf die Klasse 4 zu rechnen. Da keine zusätzlichen Bedarfsansprüche an die qualitative Verfügbarkeit der Ressource bestehen, ist die neue Anlage auf die Sicherung und Stabilisierung der bestehenden Situation bei ganzjähriger Abwassereinleitung auszulegen — einfache Reproduktion.

Damit die bestehenden Nutzungen unterhalb der ABA bis in den Mündungsbereich des Flußlaufes (55 km) in vollem Umfang gewährleistet und die Beschaffenheitsverhältnisse in einer 14 km unterhalb gelegenen Talsperre stabilisiert werden können, ist für den Standort der untersuchten Abwassereinleitung der Bau einer biologischen ABA, einschließlich 3. Reinigungsstufe, notwendig.

In Anlehnung an die bisher vorhandenen Projektierungsunterlagen ergibt sich

A_E zu etwa $26{,}50 \cdot 10^6$ M und

A_L zu etwa $2{,}14 \cdot 10^6$ M/a.

Für den Effektivitätsnachweis errechnet sich die Ergebnisgröße ΔN aus

$\Delta N = \Delta k_W + \Delta e_F + \Delta e_L + \Delta k_R$,

da die Nutzungsarten

Wasserversorgung (potentiell — aus bestätigten Grundwasserreserven — (Uferfiltrat))

Beregnung landwirtschaftlicher Nutzflächen

Fischereiwirtschaft und

Rekreation

realisiert werden.

Für den zu untersuchenden Nutzungsbereich unter differenzierter Betrachtung des Beschaffenheitszustandes 0 (Kl. 4) und 1 (Kl. 2) ergaben sich bei Anwendung der Gl. 4 bis 7

Δk_W = 1204 TM/a

Δe_F = 445,2 TM/a

Δe_L = 1591 TM/a

Δk_R = 676 TM/a.

Für die vorgesehene Abwasserbehandlungsanlage errechnet sich somit nach Gl. 2 die volkswirtschaftliche Effektivität der einmaligen Aufwendungen zu

$E_{EA} = 0{,}148$.

Die Rückflußdauer der einmaligen Aufwendungen

$$R_{EA} = \frac{1}{E_{EA}} \quad (9)$$

errechnet sich für die Abwasserbehandlungsanlage über die unterhalb der Anlage möglichen ökonomisch interpretierbaren Vorteilswirkungen zu sieben Jahren.

Die auf der ZMMM 1982 durch ein Studentenkollektiv der ISW für ein Einzugsgebiet vorgelegten Untersuchungsergebnisse lassen erkennen, daß die Möglichkeiten zur ökonomischen Interpretation realer Vorteilswirkungen noch nicht ausgeschöpft sind. Aus diesem Grunde arbeitet im Studienjahr 1982/83 ein Kollektiv aus Studenten aller Fachrichtungen an weiteren Tests zur Überprüfung der Anwendbarkeit dieser Gedanken. Gleichzeitig soll eine Matrix zur überschläglichen Berechnung der ökonomischen Vorteilswirkungen, die sich in Abhängigkeit von unterschiedlichen Beschaffenheitsklassen der Fließgewässer ergeben, vorgelegt werden.

Literatur

/1/ Wassergesetz — vom 2. Juli 1982 — In: GBl. DDR Teil 1 — Berlin, S. 467—476; § 16

/2/ Bewertung des volkswirtschaftlichen Nutzens der Abwasserbehandlung — Kurzdokumentation zum ZMMM-Exponat/*Barkenthien, H. P.* — Magdeburg: Ingenieurschule für Wasserwirtschaft — 1982 — 5 S.;

/3/ Ökonomische Bewertung der Abwasserbehandlung *Damus, C.; Schreyer, R.* — 1982 — 60 S.; 20 Anl. Magdeburg, Ingenieurschule für Wasserwirtschaft, Abt. Wasserbewirtschaftung/Wasserbau; Abt. SBW/IÜ, Abschlußarbeit



Information

Standard-Dokumente zum Umweltschutz (UdSSR)

Durch die Hauptverwaltung für Standardisierung der UdSSR wurde das „Einheitliche komplexe Zielprogramm der Standardisierung auf dem Gebiet des Umweltschutzes und der rationellen Nutzung der natürlichen Ressourcen bis zum Jahre 1990" gebilligt.

Durch die Ausarbeitung und die Einführung der in diesem Programm vorgesehenen wissenschaftlich-technischen Dokumentation werden folgende Probleme grundsätzlich geregelt:

— die Abführung von verschmutzenden Substanzen in die Umwelt im Prozeß der Entwicklung des volkswirtschaftlichen Brennstoff- und Energiekomplexes, des Agrar-Industrie-Komplexes und anderer volkswirtschaftlicher Komplexe
— die Wassernutzung durch die verschiedensten Zweige der Volkswirtschaft
— die effektive Nutzung der Ackerkrume
— die beschleunigte Rekultivierung zerstörter Böden und deren Rückführung in die land- und forstwirtschaftliche Nutzung
— die Herausbildung der Grundlagen für die Nutzung der Wälder (sowohl des Holzes, als auch der Nebenprodukte)
— die Nutzung von natürlichen Wiesen und Weiden und die Sammlung von Heilkräutern
— die Schaffung eines Systems des Umweltschutzes durch die Bergbaubetriebe und die Sicherung des Schutzes der Bodenschätze
— die Entwicklung von vollkommeneren Methoden zur Kontrolle des Zustandes von natürlichen Objekten, von Emissionen der Industrie- und Transportbetriebe sowie der Abwasserbeseitigung
— die Verbesserung der Ausbildung von Fachleuten auf dem Gebiet der Naturschutz-Standardisierung sowie der meteorologischen Absicherung dieses Fachgebietes.

WWT

Vollständiges Abtöten von Krankheitserregern im Schlamm (BRD)

Bei der Behandlung von Schlamm zu einem ablagerungsfähigen Endprodukt waren bislang vorwiegend anaerobe (luftlose) Verfahren im Einsatz, bei denen z. T. noch erhebliche Mengen krankheitserregende Keime im Material verblieben. Die in Gemmingen

(*Fortsetzung auf S. 156*)

Bewertung betrieblicher Maßnahmen für die Durchsetzung der rationellen Wasserverwendung aus der Sicht eines Industriebetriebes

Horst BIERNATH
Beitrag aus dem VEB Papier- und Kartonwerke Schwedt (Oder)

Der VEB Papier- und Kartonwerke Schwedt, ein Betrieb des VEB Kombinat Zellstoff und Papier Heidenau, ist ein Wassergroßverbraucher und mit einem Gesamtwasserbedarf von etwa 47 000 m³/d einer der Betriebe im Bezirk Frankfurt (Oder), die das meiste Wasser benötigen. Das Wasser ist in der Papierindustrie ein wichtiges Transportmittel und das wichtigste Produktionshilfsmaterial überhaupt. Bei der Herstellung von Papier geht es hauptsächlich um die Rückgewinnung der Wertstoffe (Faserstoffe) aus dem Wasser durch Filtration, wobei der Filterkuchen in getrockneter Form das gewünschte Produkt (Papier bzw. Karton) darstellt. Das bei der Filtration anfallende Filtrat ist das weiter zu behandelnde und zu reinigende Abwasser.

Dabei wird das Wasser in drei Kreisläufen zurückgeführt und mehrfach wieder eingesetzt. Bild 1 zeigt in sehr vereinfachter Form diese Kreisläufe. Während im Primärkreislauf, dem Abwasser 1, das Filtrat ohne jede Behandlung wiederverwendet wird, erfolgt im Sekundärkreislauf eine Entstoffung in Reinigungsanlagen durch Sedimentation (Kratzer) bzw. Flotation (*Sveen-Pedersen-* oder Celloflot-Stoffänger) unter Zusatz chemischer Hilfsmittel. Der anfallende sogenannte Dickstoff wird dem Prozeß, das Klarwasser dem Vorfluter zugeführt.

Der Tertiärkreislauf (Abwasser 3) wird in Sedimentationsanlagen (Trichter, Purgator) gereinigt und ebenso wie Abwasser 2 eingesetzt. Die Art der verwendeten Rohstoffe, wie z. B. Zellstoff, Holzschliff oder Altpapier, haben auf den Feststoffgehalt im Abwasser einen erheblichen Einfluß. Als größter Altpapierverbraucher der DDR mit rund 400 t/d bekommen wir einen stark verschmutzten Rohstoff zur Verarbeitung. Die morphologische Struktur der Einzelfasern des suspendierten Altpapiers ist so beschaffen, daß ein hoher Anteil an sogenannten Schleim- und Mehlstoffen in das Abwasser wandert. Damit werden die Kläranlagen zeitweise überlastet, und ihr Wirkungsgrad sinkt. Zusätzliche Probleme bei der technologischen Verarbeitung und der wassertechnischen Aufbereitung bringen die „arteigenen" Bestandteile des Altpapiers wie Plastik, Metallfolien, Eisen, Draht, Spinnteile aus textilen Fasern, Steine, Holz, aber auch naßfeste, bitumierte Papiere mit sich. Das verursacht eine starke Verschmutzung der Wasserkreisläufe, erschwert die Wiederverwendung von faserhaltigen Altpapierabwässern z. B. für die Auflösung und Verdünnung sauberer Stoffkomponenten wie Holzschliff, Zellstoff. Bild 2 zeigt deutlich den Zusammenhang zwischen steigender Altpapieraufbereitung und steigendem Feststoffgehalt in unserem Abwasser.

Bild 1

Frischwasser
PRODUKTIONS-AGGREGAT
Produkt
AW 1
Entstoffung
AW 2
Entstoffung
AW 3
zum Vorfluter

Wie im Bild 3 zu erkennen ist, stieg die Produktion in den vergangenen zehn Jahren um etwa 55 Prozent, ohne daß wesentliche Neuinvestitionen vorgenommen wurden. Im gleichen Zeitraum gelang es, den absoluten Verbrauch an Produktionswasser um rund 25 Prozent, nimmt man als Basis den Verbrauch von 1974, dann sogar um 48 Prozent zu senken. Der spezifische Wasserverbrauch in m³/t Erzeugnis sank im genannten Zeitraum ebenfalls auf 54 Prozent der Ausgangsmenge. Auch in der Senkung der Abwasserlast kann diese positive Entwicklung fortgesetzt werden — eine durch-

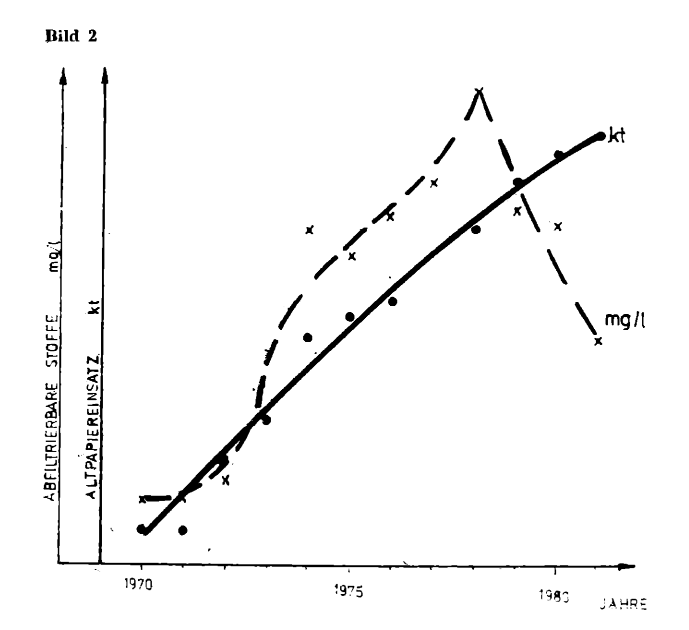


Bild 2

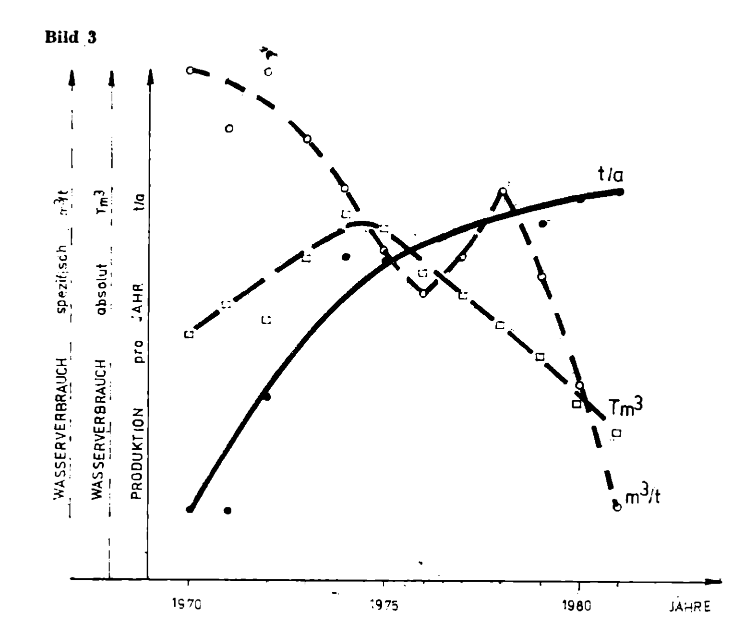


Bild 3

aus positive Bilanz, die sich sehen lassen kann.

Unser Betrieb war beauftragt, auf der Grundlage des Ministerratsbeschlusses 9/79 und einer Weisung unseres Generaldirektors, eine komplexe Prozeßanalyse „Wasser" zu erarbeiten. Sie umfaßt die systematische Untersuchung aller zur betrieblichen Wasserwirtschaft gehörenden Teilgebiete mit dem Ziel, eine betriebliche Entwicklungskonzeption zu erarbeiten.
Diese enthält technisch, technologisch und ökonomisch begründete Variantenvergleiche, wie mit dem geringsten Aufwand an Investitionen, Kosten, Material und Energie sowohl die qualitätsgerechte Produktion als auch die Einhaltung der wasserwirtschaftlichen Auflagen zu gewährleisten sind. Grundlagen für diese Beurteilung sind Bestwerte des Kombinats bzw. das Weltniveau. Aus dem bestehenden Ist-Zustand waren Vorschläge zur Optimierung abzuleiten, die als kurz-, mittel- bzw. langfristige Aufgaben der betrieblichen Wasserwirtschaft fixiert wurden. Wasser- bzw. abwasserwirtschaftliche Fragen stehen keineswegs außerhalb ökonomischer Betrachtungen. Neben rein wirtschaftlichen Fragen müssen aber gleichrangig ökologische und technologische Erwägungen stehen.

Bei einer Abwasserreinigung — die Papierindustrie kombiniert allgemein Wertstoffrückgewinnung und Abwasserreinigung — führt die Verwendung einer Formel dazu, allein die Höhe anfallender Strafgebühren zum Maßstab für die Notwendigkeit von Abwasseranlagen zu machen. Gegen diese Auffassung, die leider in der Industrie nicht selten ist, sollte zumindest die Wasserwirtschaft mit aller gebotenen Eindringlichkeit Stellung nehmen. Die Berücksichtigung ökologischer Fragen, die notwendige Gleichrangigkeit oder sogar oftmals Vorrangigkeit gegenüber wirtschaftlichen Fragen scheint mir nicht gewährleistet zu sein. Ausgangspunkt für alle Betrachtungen müßten vernünftige, den gegebenen Notwendigkeiten, den technischen Möglichkeiten, den Vorflutbedingungen, den Nachnutzern usw. angepaßte Grenzwertvorgaben sein. Daraus ergibt sich die Frage, nach welchen Reinigungsverfahren die geltenden Forderungen mit minimalen Kosten erfüllt werden können. Dabei ist es selbstverständlich, daß die Grenzwertvorgaben nicht als unveränderliche Größe, sondern immer nur für Zeitperioden gelten können.

Das Ziel muß darin bestehen, die absoluten Vorfluterbelastungen zu reduzieren. Diese grundsätzlichen Bedenken stützen sich auf einige in unserem Betrieb durchgerechnete und zwischenzeitlich praktizierte Beispiele wasserwirtschaftlicher Einzelmaßnahmen. Besonders deutlich wird dies an dem Beispiel „Reduzierung des Faserstoffgehalts im Klarfiltrat des Schnellfilters" (Cellotflotanlage) durch Zusatz von organischen Flokkungsmitteln. Hier wird, wie auch bei anderen Beispielen, die Maßnahme unter Vernachlässigung fast aller Randbedingungen nach den vorgegebenen Effektivitätskennziffern durchgerechnet und durch den negativen Kennziffernausweis als — zumindest ökonomisch — falsch dargestellt.
Vernachlässigt dabei wird, daß der Einsatz eines Flockungsmittels an den Blattbildungseinheiten (Saugformer) der Kartonmaschine, also an der Stelle der ersten Filtration der faserhaltigen Wässer, für einen technologisch normalen Betrieb praktisch unumgänglich ist und die zu entscheidende Frage dadurch den Gesamtkomplex Produktion/Abwasserreinigung umfassen muß.

Die rein ökonomische Untersuchung des Flockungsmitteleinsatzes an der Celloflotanlage schließt bei Berechnung des volkswirtschaftlichen Nutzens mit einem Verlust von 74 200 M/a ab. Dabei wurde der Flockungsmitteleinsatz an den Blattbildungseinheiten nicht berücksichtigt, damit blieb auch der eintretende erhebliche technologische und wassertechnische (und damit ökonomische) Vorteil unbeachtet. Der Faserstoffanteil im erzeugten Produkt Karton erhöht sich von etwa 15,5 Prozent auf 21,2 Prozent, d. h., 5,7 Prozent abfiltrierbare Stoffe verbleiben im Produkt und verunreinigen nicht das anfallende Abwasser. Dies bedeutet eine Retentions- und damit Produktionserhöhung von 5,7 Prozent bzw. eine Verminderung der Abwasserlast um etwa 6 t/d. Diese Menge gelangt gar nicht erst zu den Abwasserkläranlagen. Unter Berücksichtigung dieser Fakten führt die Berechnung des volkswirtschaftlichen Nutzens zu einem völlig anderen Ergebnis, nämlich einem positiven von 280 000 M/a.

Daraus errechnet sich als Nutzeffekt der laufenden Aufwendungen nach *Böhler* eine Kennziffer von 1,77. Die Rückflußdauer der einmaligen Aufwendungen entfällt, da nur laufende Aufwendungen auftreten.
Speziell an diesem Beispiel sollte gezeigt werden, daß solche generalisierenden Kennziffern oftmals dazu verleiten, Maßnahmen herausgelöst aus dem Zusammenhang zu bewerten. Es muß vor Benutzung solcher Kennziffern gewährleistet sein, daß alle wirkenden Faktoren — technologische, wasserwirtschaftliche, ökologische und ökonomische — eingehend untersucht und in ihrer Wirkung berücksichtigt werden. Besonders gravierend wird die gesamte Problematik dann, wenn notwendige überbetriebliche Belange oder aber wertmäßig nicht eindeutig quantifizierbare Kriterien in der durchzuführenden Maßnahme wirksam werden.

Solche Ergebnisse ohne konkrete Einbeziehung aller Einflußfaktoren können unter Umständen zu Fehlentscheidungen führen. Nutzensermittlungen, gleichgültig ob als Vorkalkulation oder aber als Nachweis eingetretener Vor- bzw. Nachteile, müssen so exakt wie möglich und unter Berücksichtigung aller Faktoren vorgenommen werden.
Mit der entwickelten Abrechnungsmethodik wird der Praxis ein Verfahren in die Hand gegeben, das bei richtiger Anwendung erhebliche Vorteile in der Beurteilung von Vorhaben, Maßnahmen und Investitionen bringt.

(Fortsetzung von S. 154)

(BRD) verwendete Verfahrenstechnik mit isolierten Reaktoren und speziellen Belüftern bewirkt durch Stoffwechselvorgänge der Mikroorganismen eine Selbsterwärmung des Schlammes bis zu Temperaturen über 45 °C.
Aus der mechanisch-biologischen Reinigung anfallender Überschußschlamm wird ohne Vorklärung im Voreindicker zwischengelagert. Die eigentliche Stabilisierungseinheit besteht aus zwei hintereinandergeschalteten wärmegedämmten Reaktoren, einer Grube mit Pumpe und einem Lagerbehälter aus Stahlbeton. In den Reaktoren wird der Schlamm durch 2,5 kW leistende Wendelbelüfter bei gleichzeitiger Durchmischung belüftet. Überdies sind Entschäumer mit sichelförmigen Messern installiert. Beide Reaktoren lassen sich unabhängig voneinander betreiben, so daß die Anlage unterschiedlichen Bedingungen angepaßt werden kann. Den aufbereiteten Schlamm dickt man in der Vorgrube weiter ein, um möglichst hohe Nährstoffkonzentrationen zu erreichen. So können auch verschiedene Ziele der Schlammbehandlung verwirklicht werden, wenn man Verweildauer und/oder Belüftungsintensität sowie Zulaufkonzentration an organischer Trockensubstanz über 25 g/l variiert. Der höchste Sauerstoffertrag tritt im Bereich zwischen 43 und 58 °C parallel zur höchsten Wärmeproduktion ein. Der über die Belüfter eingebrachte Sauerstoff wird zu mehr als 15 Prozent ausgenutzt, der höchste erreichte Wert war 35 Prozent. Die mittlere Sauerstoffproduktion lag bei 2,1 kg O_2/kWh. Durch die große Leistungsdichte lassen sich Trockensubstanz-Konzentrationen bis 80 g/l im Reaktor ohne Absetzung bei guter Schlammbeschaffenheit beherrschen.

Bei Temperaturen über 40 °C behandelter Schlamm konnte über zwei Monate problemlos gelagert werden. Das Verteilen mit Tankwagen geschah ohne Geruchsbelästigung. Der an die Landwirtschaft flüssig abgegebene Schlamm wies einen Trockensubstanzgehalt von 10 bis 14 Prozent bei guter Fließfähigkeit und hoher Nährstoffkonzentration auf. Die BSB_5-Belastung des Trübwassers lag unter 600 mg/l. Schwermetalle gingen bei Reaktortemperaturen über 50 °C z. T. in löslichere Bindungsformen über; bei Eindickung konnte dann ein erhöhter Gehalt im Trübwasser festgestellt werden. Sein Abzug brachte erhebliche Reduzierung der Metalle. Um allerdings Schwermetalle vollständig zu entfernen, muß das Trübwasser chemisch behandelt werden.

Äußerst positive Werte zeigte die aerob-thermophile Schlammstabilisierung bei der Reduzierung krankheitserregender Keime. Salmonellen etwa waren im Gegensatz zum Frischschlamm überhaupt nicht mehr festzustellen. Wie die Überprüfungen zeigten, ist ohne Eingriff in den Prozeß eine Wärmegewinnung aus Abluft und behandeltem Schlamm möglich. Bei einem Bedarf von 12 bis 16 kWh/m³ Schlammdurchsatz lassen sich noch rd. 52 kWh/m³ abzweigen. Das aerob-thermophile Verfahren erwies sich auch ohne Wärmegewinnung für Anlagen bis etwa 100 000 Einwohnergleichwerte als das wirtschaftlichste. *Z/K*



Arbeit der KDT

Auftakt im Fachverband Wasser zum 8. Kongreß der Kammer der Technik

Das Präsidium der Kammer der Technik hat für den 18./19. November 1983 den 8. Kongreß einberufen. Daraufhin hat der Fachverband Wasser auf der Grundlage der Wahldirektive vielfältige Maßnahmen beraten, um zum 8. Kongreß würdige Ergebnisse abrechnen zu können.

Als inhaltliche Orientierung für die Aussprachen in allen Kollektiven dient die Losung „Hohe eigene schöpferische Leistungen in Wissenschaft, Technik und Produktion — meine Tat für die Stärkung der DDR und zur Sicherung des Friedens".

Es gilt, bei der Herausarbeitung des fachlichen Beitrages zur Durchsetzung des neuen Wassergesetzes und der Direktive des Ministerrates zur rationellen Wasserverwendung der zugespitzten internationalen Lage Rechnung zu tragen und die größeren Aufgaben durch hohe Leistungen aus Wissenschaft und Technik zu meistern. Angesichts des erreichten hohen Anteils an ausgebildeten Kadern ist die Aufgabe gestellt, in großer Breite nach neuen Ideen zu suchen und systematisch realisierbare konstruktive Lösungen zu erarbeiten, die eine weitere Senkung der Investitionen, des Material- und Energieverbrauchs ermöglichen.

Auch in der gesellschaftlichen Arbeit muß der Meinungsaustausch mit größerer Systematik geführt werden und z. B. folgendes Vorgehen berücksichtigen:

— Änderungen und Widersprüche in den Reproduktionsbedingungen für neue Ideen, Patente, Technologien analysieren
— langfristige Entwicklungstendenzen für wichtige Verfahren und Technologien unter Beachtung des konsequenten Weltstandvergleiches und der Bedarfsforschung beraten
— Mit KDT-Empfehlungen, Weiterbildungsmaßnahmen und Öffentlichkeitsarbeit Lösungen für den rationellsten Einsatz der knappen materiellen Ressourcen fördern
— Die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Wissenschaftlern und Praktikern sowie mit erfahrenen Produktionskollektiven über die Betriebssektionen weiter auszubauen.

Zur Gewährleistung der stabilen und qualitätsgerechten Trinkwasserversorgung der Bevölkerung, der Bereitstellung von Brauchwasser für das dynamische Wachstum der Industrieproduktion und die Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion werden die Ergebnisse aus den KDT-Initiativen auf die Erhöhung der Verfügbarkeit des Wasserdargebots, auf die Rückgewinnung von Wertstoffen aus Abwässern, auf die Erhöhung der Leistungsfähigkeit und Effektivität der wasserwirtschaftlichen Anlagen einschließlich der PVJ und insgesamt auf ein besseres Verhältnis von Aufwand und Nutzen gerichtet.

Komplexaufgabe rationelle Wasserverwendung

Zum Thema „Wertstoffrückgewinnung aus Abwässern — ein wesentlicher Bestandteil der rationellen Wasserverwendung" wird für den 20./21. Oktober 1983 in Karl-Marx-Stadt eine wissenschaftlich-technische Tagung vorbereitet. Ziel der Tagung ist es, Beispiele zur Wasserkreislaufführung und Wertstoffrückgewinnung zu unterstützen und zu verallgemeinern. In Aussprachen mit ausgewählten Bearbeitungskollektiven werden die Bedingungen und stimulierenden Faktoren für wissenschaftliche Spitzenleistungen ausgewertet.

Für volkswirtschaftlich sehr bedeutungsvoll wertet der Fachverband die Schulungen und Lehrgänge der Bezirksverbände für Wasserbeauftragte der Industrie und Landwirtschaft, für leitende Kader und für andere Kadergruppen auf der Grundlage des den Bezirksfachsektionen übergebenen Rahmenlehrprogrammes.

Der Fachverband orientiert darüber hinaus auf die bewährte Zusammenarbeit der KDT-Kollektive auf wasserwirtschaftlichem Gebiet mit wassernutzenden Betrieben zur unmittelbaren Unterstützung rationeller Lösungen in der Betriebswasserwirtschaft sowie wassersparender Produktionstechnologien.

Der FA Ökonomik der Wasserwirtschaft ordnet sich mit einem Beitrag zur Bestimmung des Nutzens von Maßnahmen des wissenschaftlich-technischen Fortschritts in der Wasserwirtschaft unter Beachtung der Beziehungen zwischen der Ermittlung des Abwassergeldes und den volkswirtschaftlichen Verlusten durch Abwasser ein.

Zum Komplex Schlammbehandlung- und -verwertung nimmt der Fachverband aktiven Einfluß auf die Optimierung der technologischen Kette Schlammbehandlung und -verwertung und fördert die Zusammenarbeit der Fachausschüsse Abwasser, Landwirtschaftlichen Wasserbau und Gewässeraufsicht mit staatlichen Partnern und Anwenderbetrieben für die Erprobung neuer Verfahren, aber auch für die Erarbeitung von Vorschlägen zur weiteren Ausdehnung der landwirtschaftlichen Verwertung von Klärschlamm.

Im Zusammenhang mit der Entwicklung von Hochleistungsverfahren, mit der Gewährleistung der Wassergüteparameter, der Verbesserung der Arbeits- und Lebensbedingungen, der Einsparung von Energie und auch Arbeitszeit wird zielstrebig an der *Komplexaufgabe Automatisierung der wasserwirtschaftlichen Prozesse* gearbeitet. Es wurde der zweite Lehrgang „Anwendung der Mikroelektronik und Robotertechnik in der Wasserwirtschaft" für Lehrer der Ingenieurschule für Wasserwirtschaft und der Betriebsberufsschulen erfolgreich durchgeführt. Seine Fortsetzung ist für 1984 geplant. Des weiteren wird gemeinsam mit dem EGL an der Schaffung von Beispiellösungen mitgewirkt, Ergebnisse für die Schulung der entsprechenden Kadergruppen werden ausgewertet.

Im Rahmen der *Komplexaufgabe rationelle Energieanwendung durch Nutzung der Sekundärenergie* steht den Betrieben und Einrichtungen die Empfehlung „Einsatz von Kompressionswärmepumpen in wasserwirtschaftlichen Anlagen" sowie eine Information des Fachverbandes zu den Schwerpunktaufgaben der rationellen Energieanwendung in der Wasserwirtschaft zur Verfügung. Empfehlungen der Fachausschüsse Stahlwasserbau und Talsperren zur Nutzung der Wasserkraft sowie zu energieökonomischen Gesichtspunkten bei der Planung, Vorbereitung und Rekonstruktion sowie beim Bau und Betrieb von Talsperren und wasserwirtschaftlichen Speichern sind als Entscheidungsvorschläge fertiggestellt worden.

Zur *Schwerpunktaufgabe Biogaserzeugung und -verwertung* hat das Präsidium den Fachverband beauftragt, anleitend und koordinierend auf die Aktivitäten der einschlägigen Fachverbände und Bezirksverbände Einfluß zu nehmen. Unter der Leitung von Dipl.-Ing. *B. Barthlmè* wird in Abstimmung mit der AG Biogas beim Ministerium für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft durch Erfahrungsaustausch, verstärkte Öffentlichkeitsarbeit und Weiterbildungstätigkeit auf eine effektive Verwertung des hochwertigen Energieträgers Einfluß genommen. Diese und weitere geplante Aufgaben erfordern ein hohes Engagement und schöpferische Aktivität.

Deshalb empfiehlt das Präsidium, zu den Bedingungen und Kriterien für das Entstehen einer schöpferischen Atmosphäre Aussprachen zu führen und deren Ergebnisse als „Vorschläge zum 8. KDT-Kongreß" an das Präsidium der KDT, 1086 Berlin, Postfach 1315, einzureichen, z. B. zu solchen Fragen wie

— Ausprägung des Berufsethos des sozialistischen Ingenieurs
— Entfaltung von Initiativen für die Vergrößerung des Ideenvorlaufs zur Erhöhung der Qualität wissenschaftlich-technischer Aufgaben
— Entwicklung von Kreativität und erfinderischer Leistungen bei Absolventen, jungen Wissenschaftlern und Ingenieuren sowie ihre verstärkte Einbeziehung in den Kampf um Höchstleistungen
— stärkere Nutzung der Erfahrungen und Erkenntnisse der überbetrieblichen Fachorgane für die Lösung der wissenschaftlich-technischen Aufgaben in den Betriebssektionen.

Jäschke

Literatur

— Direktive zur Durchführung der Wahlen und Vorbereitung des 8. Kongresses der KDT
— Technische Gemeinschaft, Heft 1/1983
— *Hartmann/Richter:* Wege zu Spitzenleistungen. Verlag Die Wirtschaft 1982

Eine neue Technologie zur Nährstoffällung in Seen

Dipl.-Biol. Eckhard PENZ; Dipl.-Chem. Wolfgang DOLGNER
Beitrag aus der Wasserwirtschaftsdirektion Küste,
Bezirkslabor der Oberflußmeisterei Neubrandenburg

Bekanntlich geht mit zunehmender Industrialisierung und ständig wachsender Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion eine fortschreitende Gewässerverschmutzung einher. Weltweit werden Maßnahmen ergriffen, um die Eutrophierung stehender Gewässer zu verhindern und zurückzudrängen.

Eine der wirksamsten Maßnahmen zur Oligotrophierung gestörter Ökosysteme beruht auf der bekannten Methode der chemischen Phosphatelimination aus Abwässern. Der Effekt dieser Methode besteht darin, daß das im Wasser gelöste Ortophosphat, das als einer der pflanzlichen Hauptnährstoffe Algenmassenentwicklungen initiiert, durch eine chemische Bindung an die Kationen des Fällmittels (z. B. Eisen(III)-chlorid oder Aluminiumsulfat) irreversibel ausgefällt wird und sedimentiert. Dies hat eine Limitierung der Bioproduktion zur Folge. Es darf mit einer Dauerwirkung einer solchen „Chemotherapie" gerechnet werden. /2/ In Tafel 1 wird eine Einschätzung der in der DDR bisher zur Anwendung gekommenen Technologien der Nährstoffällung gegeben.

Fällmittelwahl und Dosierung

Aus Untersuchungen ist bekannt, daß die Methode der chemischen Phosphatelimination aus Abwässern nicht unmittelbar auf Seewasser übertragbar ist. Die weit geringeren Phosphatkonzentrationen und die große zu behandelnde Wassermenge bedingen den Einsatz niedrigerer Fällmittelmengen. Die geringe Fällmitteldosierung und das Fehlen der im Abwasser reichlich vorhandenen Flockungskerne führen dazu, daß keine gute Flockenbildung eintritt.

Auch auf die Gefahr hin, daß die Flockenbildung schlecht ist und das Absetzen sehr langsam verläuft, wird auf $Al_2(SO_4)_3$ als Fällmittel orientiert. Wesentlichster Vorzug ist die geringere Aggressivität im Vergleich zu $FeCl_3$. Der geringfügig schlechtere Eliminationseffekt wird egalisiert durch günstigere P-Bindung am Sediment.

Schwierigkeiten bereitet gerade unter Praxisbedingungen die genaue Ermittlung der einzusetzenden Fällmittelmenge. *Schuster* gibt z. B. einen in Labortests ermittelten Richtwert von 30 bis 40 mg/l $Al_2(SO_4)_3$ an und verweist darauf, daß das Volumen der oberen Meterlamelle eines Sees als Berechnungsgrundlage ausreichen dürfte. Mit 1,5 ha und einer mittleren Tiefe von 2,5 m zählt der Triensee bei Murchin, Kreis Anklam, zu den flachen, nicht stabil geschichteten Kleingewässern. Er weist damit einen Status auf, für dessen Besonderheiten hinsichtlich der Fällmitteldosierung noch keine Erfahrungen vorlagen. Der einzige tiefe Bereich mit maximal 5,5 m ist von ausgedehnten, zum Teil stark verschlammten Flachwasserbereichen umgeben, deren Sedimente sehr phosphatreich sind. Um diesen Sedimentvorrat zu „versiegeln", bedarf es einer erheblich größeren Fällmittelmenge. Zudem muß durch die relativ starke Zirkulation der Wasserkörper von Flachseen mit einer Umlagerung der Sedimente gerechnet werden, so daß die anzustrebende Sedimentabdeckung durch die Fällmittelflocken nur von zeitweiliger Dauer wäre.

Unter Berücksichtigung dieser Tatsache war, zumal auf Flockungshilfsmittel verzichtet wurde, eine wesentliche Erhöhung des wirksamen Fällmittelkations erforderlich. Die uns zur Verfügung stehende Menge von 4 t Aluminiumsulfat schien für die Sanierungsmaßnahme angemessen.

Die Fällung vom Eis aus

Im März 1981 wurde das Aluminiumsulfat manuell auf die noch geschlossene Eisdecke des Triensees kurz vor Beginn der Frühjahrsvollzirkulation ausgebracht. Der genaue Zeitpunkt mußte kurzfristig entschieden werden, um ein Maximum an Orthophosphat im Gewässer auszufällen.

1. Mit der Ausbringung des Fällmittels auf die Eisfläche wurde eine neue Technologie angewandt. Dem lagen Überlegungen zugrunde, die schlechte Flockenbildung dadurch zu beseitigen, daß durch eine „Verzögerungsstufe" die sofortige Verdünnung des Fällmittelkonzentrats verhindert und eine gute Flockenbildung stimuliert wird. Diese Technologie hat den Vorteil gegenüber bisherigen Methoden, daß das in granulierter oder gelöster Form vorliegende Fällmittel vom Boot oder Flugzeug aus in das Freiwasser ausgebracht werden kann. Außerdem wird der günstigste Zeitraum für die Nährstoffällung — die vegetationsarme Frühjahrsvollzirkulation — künstlich vorverlegt, da die Aluminiumsalzapplikation ein schnelles Tauen des Eises bewirkt.

2. Der Kontakt zwischen Granulat und Eis führt zum Entstehen einer hochkonzentrierten Lösung, die gleichmäßig und mit hohem Wirkungsgrad das im Wasser gelöste Orthophosphat ausfällt.

3. Die lange Reaktionszeit sowie die hohe Konzentration des Fällmittels auf dem Eis wirkten sich günstig auf die Bildung absetzbarer Flocken aus. Der Einsatz von teuren

Tafel 1 Vergleich der in der DDR bisher zur Anwendung gelangten Technologien bei Nährstoffällungen in Seen /2/

Technologie	Vorteile	Nachteile	Anwendungsbereich
Verspritzen der Fällmittellösung mit einer (schwimmenden) Schlauchleitung	— einfache Handhabung — angemessener personeller und zeitlicher Aufwand bei der Durchführung — zu jeder Zeit außerhalb der Hauptvegetationsperiode möglich	— aggressiver Charakter der Lösung erfordert relativ umfangreichen Arbeitsschutzaufwand — relativ hohe Anforderungen an materiell-techn. Vorbereitung bei ungünstigen lokalen Gegebenheiten — unvollständige Sedimentabdeckung	nur bei Kleinst- und Kleingewässern
Versprühen der Fällmittellösung vom Boot aus	— relativ geringe Nebenkosten — angemessener personeller Aufwand — zu jeder Zeit während der vegetationsarmen Vollzirkulationsperiode einsetzbar	— relativ großer technischer Aufwand — hoher zeitlicher Aufwand bei Vorbereitung und Durchführung — relativ hoher Arbeitsschutzaufwand und starke Beanspruchung der Arbeitsgeräte — unvollständige und ungleichmäßige Sedimentabdeckung durch Fällmittelflocken	besonders für kleine und mittlere Gewässer geeignet
Applikation von Fällmittelgranulat vom Flugzeug aus	— relativ geringer Zeitaufwand bei Durchführung — geringer Arbeitsschutzaufwand — geringer personeller Aufwand — prinzipiell zu jeder Zeit außerhalb der Hauptvegetationsperiode möglich	— relativ hohe Nebenkosten — Koordinierung des Einsatzes von Agrarflugzeugen schwierig — Wirkungsgrad bei Applikation von Granulat ins Freiwasser geringer als bei Verwendung von Fällmittellösung (kürzere Aufenthaltszeit)	besonders bei mittelgroßen und großen Gewässern

Tafel 2
Ausgewählte Wassergütekriterien des Triensees (Oberfläche) vor und nach erfolgter Nährstoffällung (Nachweisgrenze für Phosphatmessung: 0,01 mg/l)

Datum	BSB_5 (mg/l)	CSV_{Mn} (mg/l)	pH	GH (°dH)	KH (°dM)	o-PO_4-P (mg/l)	SS (o/o)	NH_4-N (mg/l)	NO_3-N (mg/l)
26. 2.	5,3	12,5	7,4	3,0	2,4	0,01	109	0,26	0,32
2. 3.	5,3	10,9	7,1	3,0	2,6	0,06	108	0,41	0,16
9. 3.	2,5	5,0	5,4	4,4	0,8	n/n	100	0,55	0,3
17. 3.	2,3	5,1	5,7	3,0	0,4	n/n	95	0,35	0,28
2. 4.	2,5	5,6	4,8	4,0	1,2	n/n	–	0,44	0,7
21. 4.	2,2	5,2	4,8	2,8	0,6	n/n	99	0,68	0,11
4. 5.	1,9	6,4	4,8	3,6	0,6	n/n	98	1,31	0,15
21. 5.	2,9	3,2	4,9	3,2	0,8	n/n	107	0,7	n/n
1. 7.	2,6	2,6	5,8	3,2	0,8	n/n	108	1,39	n/n
16. 7.	2,6	2,4	6,0	3,0	0,5	n/n	86	1,71	n/n

Flockungshilfsmitteln (Stipix) kann somit entfallen.
4. Die Sedimentabdeckung durch die Flokken ist im Gegensatz zu anderen Methoden einheitlich und vollständig. Dadurch wird eine Phosphatremobilisierung besser verhindert.
5. Der Einsatz von Pumpen, Schlauchkupplungen u. ä., die bei Ausbringung des gelösten Fällmittels benötigt werden und durch ihre geringe Korrosionsbeständigkeit gegenüber aggressiven Lösungen nicht wiederzuverwenden wären, entfällt.
6. Die Arbeitsschutzbedingungen sind erheblich günstiger bei Verwendung von Granulat als beim Ausbringen stark saurer Salzlösung.
7. Der Einsatz dieser Technologie ist hinsichtlich der Seengröße prinzipiell für alle Gewässer und ohne höheren Aufwand möglich.

Veränderung der Wasserbeschaffenheit

Durch die Überdosierung wurde im Gewässer ein Extremzustand erreicht, was für die Interpretation der Beschaffenheitsdaten von Bedeutung ist. Tafel 2 stellt einige ausgewählte Wassergütekriterien des Triensees vor und nach erfolgter Nährstoffällung dar (während aller Untersuchungstage nach der Fällung herrschte Vollzirkulation). Bedauerlicherweise fanden in den Jahren vor der Nährstoffällung kaum Probenahmen statt, so daß wir uns hier nur auf Untersuchungswerte von 1981 stützen können.

Die Wahl des Ausbringungstermins erforderte eine operative Entscheidung: So ergab die Analyse der Proben vom 26. Februar eine starke Phytoplanktonentwicklung unter der Eisdecke, bei der Blaualgen der Gattung *Oscillatoria* und *Microcystis* dominierten. Der extrazelluläre Orthophosphatgehalt war bis an die Nachweisgrenze gesunken, so daß es nötig war, die Fällung noch zu verschieben. Am 3. März war ein Zusammenbruch der Populationen erkennbar. Verstärkt trat Zooplankton auf. Der für Seen mit niedriger Karbonathärte hohe Orthophosphatgehalt /3/ bestätigte, daß der Zeitpunkt für das Ausbringen des Granulats geeignet war. Am 9. März zeigte sich der Erfolg der Nährstoffällung. Der Triensee war bis zum Grund durchlichtet. Das Wasser wies eine blaugrüne Farbe auf, die noch durch die Reflexion der überall gleichmäßig auf dem Sediment liegenden hellen Flokken verstärkt wurde. Die mikroskopische Untersuchung ergab, daß nahezu sämtliche planktischen Organismen in die Flocken eingeschlossen worden waren. Orthophosphat war nicht nachweisbar, BSB_5 und CSV waren um > 50 Prozent reduziert worden.

Während des gesamten Untersuchungszeitraums war die Sichttiefe $> 4{,}5$ m, während die minimale Sichttiefe in vorhergehenden Jahren 0,5 m betrug. Das bisher größte Phytoplanktonvolumen nach der Fällung wurde am 7. September 1981 mit nur 0,25 mm^3/l registriert. Das entspricht Verhältnissen in oligotrophen Seen. Durch die drastisch gesenkte Algenproduktion und einen hohen Sauerstoffeintrag im Gewässer wurden die heterotrophen Prozesse gefördert, speziell der bakterielle Abbau organischer Sedimentanteile. Dieser Prozeß hatte zur Folge, daß die NH_4-Konzentration im Gewässer anstieg. Das auf Grund geringer Karbonathärte fehlende Pufferungsvermögen führte nach Fällmittelapplikationen zu einem drastischen Absinken des *p*H-Wertes auf 4,8 und zum nahezu völligen Zusammenbruch der pelagischen Biozönose. Erst im Juni war wieder ein Anstieg zu verzeichnen. Etwa zu dem Zeitpunkt, da die *p*H-Werte über 5,5 lagen (Anfang Juli), stellte sich die biologische Besiedlung neu ein. Bereits Ende August hatte das Wasser seinen sauren Charakter wieder verloren.

Erst weitere Untersuchungen werden Auskunft über den in den nächsten Jahren zu erwartenden Trophiestatus des Triensees geben. Es kann aber bereits jetzt gesagt werden, daß das Ziel der Sanierungsmaßnahme, ein stark eutrophiertes DAV-Gewässer kurzfristig in einen Erholungssee zu verwandeln, erreicht wurde. Prinzipiell sollte jedoch die Anwendung der Phosphatfällung auf tiefe, geschichtete Seen beschränkt bleiben, da die Methode in ungeschichteten Gewässern, wie beim Triensee, nur mit stark erhöhtem Fällmittelaufwand zum gewünschten Erfolg führen kann.

Die Probleme, die bei der Dosierung des Fällmittels auftreten, könnten mit dem Erarbeiten einer praxisnahen Bemessungsrichtlinie, die dem unterschiedlichen Charakter jedes Gewässers gerecht wird, beseitigt werden. Hierin könnte ein wesentlicher Beitrag zur breiteren Anwendung der Methode liegen. Die angewandte Technologie hat sich als wirksam erwiesen. Sie ist anderen Technologien durch ihre leichte Praktizierbarkeit, Wirksamkeit und Anwendungsbreite überlegen.

Literatur

/1/ *Kalbe, L.*: Sanierung hocheutropher Flachseen und Möglichkeiten zur Seenschlammverwendung. Beitrag zum UNEP-Symposium 76

/2/ *Klapper, H.*: Nährstoffausfällung in einem Erholungsgewässer, Schnellinformation, Herausg. Inst. f. Wasserwirtschaft Berlin 2 (1975), S. 4 bis 7)

/3/ TGL 27885/01: Nutzung und Schutz der Gewässer — stehende Binnengewässer — Klassifizierung, Fachbereich-Standard Entwurf Juni 1981, S. 25



Information

Anlage zur Reinigung von schwefelwasserstoffhaltigem natürlichem Wasser konstruiert (UdSSR)

Die o. a. unifizierte Wasserreinigungsanlage mit der Bezeichnung „Neptun-4" wurde von Wissenschaftlern des Polytechnischen Instituts „Sergo Ordshonikidse" in Tscherkassy entwickelt. Mit ihrer Hilfe werden u. a. folgende Operationen durchgeführt: Entfernung des Schwefelwasserstoffes aus dem Wasser, die Nachreinigung, Aufhellung sowie Entfärbung des schwefelwasserstoffhaltigen Wassers usw. „Neptun-4" hat die Produktionserprobung durchlaufen und wird bereits in Wasserversorgungsprojekte aufgenommen. Besonders vorteilhaft ist die neue Anlage für jene Gebiete, in denen umfangreiche unterirdische Wasservorräte bisher infolge eines hohen Schwefelwasserstoffgehaltes nicht für die Trinkwasserversorgung genutzt werden konnten. Expertenberechnungen zufolge bringt eine jede solche Anlage einen jährlichen ökonomischen Nutzen von ungefähr 4 000 Rubel.

WWT

Neue Maßnahmen zum Gewässerschutz in Finnland

In den Südgebieten Finnlands, wo die Tierproduktion am stärksten entwickelt und die Grundwasservorräte stark begrenzt sind, sind die Fälle der Grundwasserverschmutzung durch Gülle aus den Tierproduktionsanlagen sowie durch feste organische Substanzen, die während der Wintermonate in großen Mengen auf den gefrorenen Boden ausgebracht werden, bedenklich angestiegen. Im Zusammenhang damit wurden Maßnahmen zum Schutz des Grundwassers, der Flüsse und der sonstigen Gewässer ausgearbeitet. Um beispielsweise die Genehmigung für die Errichtung eines Schweinestalles mit 100 und mehr Plätzen erhalten zu können, müssen die Angaben über das Fassungsvermögen der Dunglagerstätte sowie über die Größe der landwirtschaftlichen Nutzfläche, auf der der Dung verwendet werden soll, vorgelegt werden. Ähnliche Grundsätze werden auch für die anderen Zweige der Tierproduktion festgelegt.

Mit Unterstützung des Staates wurden im Lande die ersten Biogasanlagen in den großen Schweinemastkomplexen errichtet und in Betrieb genommen. Die Verarbeitung der dort anfallenden Abprodukte zu Biogas schützt nicht nur die Gewässer gegen Verschmutzung, sondern bildet für die entsprechenden Betriebe auch eine wertvolle eigene Wärme- und Energiequelle. *WWT*

Autotrophe Nitratdissimilation durch Einsatz von Natriumthiosulfat

Dr. Horst BÖHME, Ing. Dieter BIENECK
Beitrag aus der Wasserwirtschaftsdirektion Saale–Werra

Die stark ansteigende Verunreinigung von Grund- und Oberflächenwasser mit Nitrat führt in aller Welt zu Schwierigkeiten in der Trinkwasserversorgung. Auch in der DDR ist seit 1960 durch die Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion ein Nitratanstieg in den Gewässern zu beobachten. Da die Lösung des Nitratproblems über das Verursacherprinzip bisher nicht gelungen ist, mußten wasserwirtschaftliche Verfahren entwickelt werden, um der Nitratbelastung im Gewässer oder in der Wasseraufbereitung zu begegnen.

Gegenwärtig wird davon ausgegangen, daß einerseits erhöhte Nitratgehalte im Trinkwasser gesundheitsschädlich sind, andererseits die bisher technisch fortgeschrittene Trinkwasseraufbereitungsmöglichkeit für Nitrat über Ionenaustausch wegen der großen Mengen anfallender Regenerierlösungen und der spezifischen Kosten von 0,18 bis 0,60 M/m³ relativ aufwendig und teuer ist. Deshalb hatte die Bearbeitung der autotrophen Nitratdissimilation das Ziel, die Eliminierung in eine Rohwasser bereitstellende Trinkwassertalsperre vorzuverlagern und dabei Investkosten einzusparen. Sowohl das heterotrophe als auch autotrophe Verfahren der Nitratelimination geht davon aus, daß das Nitrat im anaeroben Bereich unter Mitwirkung von Mikroorganismen zum elementaren Stickstoff reduziert wird. Da das heterotrophe Verfahren an einen Zusatz von Kohlenstoffquellen gebunden ist /1, 2, 3/, die organische Stoffe im Rohwasser erhöhen und die als Vorläufer der Halothanbildung beim späteren Aufbereiten dienen können, erschien uns das autotrophe Verfahren hygienisch unbedenklicher und in einem der Trinkwasserversorgung dienenden Wasser besser anwendbar.

Die autotrophe Nitratdissimilation

Die Reaktion zwischen Nitrat und niederwertigen Schwefelverbindungen unter Mitwirkung von Mikroorganismen wird wasserwirtschaftlich schon lange, bis vor wenigen Jahren aber ausschließlich zur Bekämpfung von Schwefelwasserstoffbildungen in Gewässern durch Zusatz von Nitrat genutzt /4, 5/. *Bisogni* und *Drischoll* /6/ beschreiben 1977 erstmals den gezielten Einsatz von Natriumthiosulfat in einem Laborreaktor unter gleichzeitiger Zugabe von *Thiobazillus denitrificans* zur Elimination von Nitrat und stellen eine thermodynamisch abgeleitete Reaktionsgleichung auf

$$0{,}844\ S_2O_3^{2-} + NO_3^- + 0{,}347\ CO_2 + 0{,}0865\ HCO_3^- + 0{,}0865\ BH_4^+ + 0{,}434\ H_2O \rightarrow -\ 1{,}689\ SO_4^{2-} + 0{,}5\ N_2 + 0{,}0865\ C_5H_7O_2N + 0{,}697\ H^+ \qquad (1)$$

Nähere Versuchsparameter, wie Abhängigkeiten von Reaktionszeit, Temperatur, *p*H-Wert, anderen Schwefelverbindungen, Dichte der Mikroorganismen usw., fehlen in der Veröffentlichung. Ziel der von uns durchgeführten Arbeiten war, das Verfahren der autotrophen Denitrifikation schnell zur Praxisreife zu überführen.

Ergebnisse von Laboruntersuchungen

In Vorbereitung eines großtechnischen Versuchs an einer TW-Talsperre wurden im Laborexperiment folgende Erkenntnisse zur autotrophen Nitratdissimilation gewonnen:

— Alle Schwefelverbindungen mit niederwertigem Schwefel, wie Schwefelwasserstoffwasser, Natriumsulfid, Natriumhydrogensulfid, Natriumthiosulfat und elementarer Schwefel, sind unter Mitwirkung von Mikroorganismen in der Lage, im anaeroben Milieu eine Reduktion des Nitrats zu elementarem Stickstoff zu erreichen.

— Ein Einsatz von Kontaktmaterial, Füllkörpern usw. sowie ein Zusatz von speziell gezüchteten Mikroorganismen ist nicht erforderlich. Die Reaktion verläuft mit Talsperren- oder anderem Oberflächenwasser innerhalb von 7 d ab. Bei Impfung eines neuen Ansatzes mit schon reagiertem Wasser bzw. bei kontinuierlichem Durchsatz durch einen Reaktor kann die Reaktionszeit wesentlich, im Falle der Reaktorversuche bis auf 4,5 h verkürzt werden.

— Eine Reduktion des Nitrats bis zum Ammonium konnte unter den Versuchsbedingungen nicht beobachtet werden. Als unerwünschtes Zwischenprodukt kann eine Nitritbildung auftreten. Diese Nitritbildung erfolgt vornehmlich bei höheren Reaktionstemperaturen und bei mangelndem Reduktionsmittel.

— Die Reaktion wurde bei Temperaturen zwischen 6 °C und 35 °C erprobt, wobei der Reaktionsverlauf bei niedrigen Temperaturen schneller und eindeutiger ist.

— Die Nitratdissimilation wurde im *p*H-Bereich 6,8 bis 9,2 erprobt und bestätigt. Das Optimum der Umsetzung liegt zwischen *p*H 7,2 und 8,2.

— Elementarer Schwefel wirkt feinverteilt im Freiwasserstadium und auch bei einer Filtration über eine Mischung von Schwefel-Filterkies nitrateliminierend.

Durchführung eines großtechnischen Versuchs in einer TW-Talsperre

Der Versuch erfolgte im August 1979 in einem Teilbereich einer TW-Talsperre von 19,9 ha Fläche, 3,1 Mill. m³ Teilvolumen und 0,92 Mill. m³ Hypolimnion. Eine Menge von 100 t $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ wurde in zwei Etappen zu je 50 t ins Hypolimnion der Sperre eingebracht, wobei zwischen beide Etappen eine Reaktions- und Kontrollzeit von 12 d bei täglicher Probenahme gelegt wurde.

Technologie der Einbringung

In einem in der Nähe der Talsperre gelegenen Steinbruch (100 m³) wurden 50 t $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ jeweils einen Tag vor der ersten bzw. zweiten Etappe aufgelöst. Da der Steinbruch bei vollem Betriebsstau hydraulisch mit der Talsperre in Verbindung stand, mußte der Wasserspiegel jeweils vor dem Löseprozeß abgesenkt werden. Die Auflösung wurde durch Umpumpen mit Söffelpumpen und Wasserjägern beschleunigt. Die Einbringung wurde entsprechend den Bildern 1 und 2 über eine 1 150 m lange Feuerwehrschlauchleitung „B", davon 150 m schwimmend auf der Ölsperre „Doppelte Holztauchwand" gelagert, und über eine 250 m lange schwimmende PE-Leitung mit Schwimmbehältern vorgenommen. Mit einer Förderpumpe „TS 8" wurde die Lösung der Einbringvorrichtung zugeführt. Diese bestand aus einem Floß, einer in 12 m Tiefe führenden PE-Leitung und zwei rechtwinklig davon abgehenden 0,30 m langen Rohrstutzen als Endstücke der Verteilung. Die Einbringvorrichtung und die schwimmende PE-Leitung wurden mit einer Ge-

Tafel 1
Sauerstoffabnahme durch Zugabe von $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$

Wassertiefe m	O_2-Gehalt vor d. Zugabe mg/l	nach d. Zugabe mg/l	Teilvorhaben der Sperre Mill. m³	O_2-Abnahme t
0 – 7,5	11,0	8,9	1,387	2,91
7,5 –12,5	9,0	6,2	0,797	2,23
12,5 –16,25	6,9	2,0	0,521	2,55
16,25–18,75	5,8	1,0	0,276	1,32
18,75–22,5	2,7	1,0	0,122	0,21
insgesamt			3,105	9,22

1. Mischstation

1 Baustellenanhänger
1 Notstromaggregat
2 Söffelpumpen C
1 Söffelpumpe B
3 Wasserjäger
1 TSB

2. Transport

1. 150 m B-Schläuche
150 m doppelte Holztauchwand (Ölsperre)
250 m PE-Rohrleitung
1 Stck. B/B-2C Verteiler
12 Stck. Schwimmbehälter

3. Einbringung

1 Boot mit Forelle (zum Schleppen)
1 Boot Lotos
1 Ruderboot
1 Floß
400 m Dederonseil

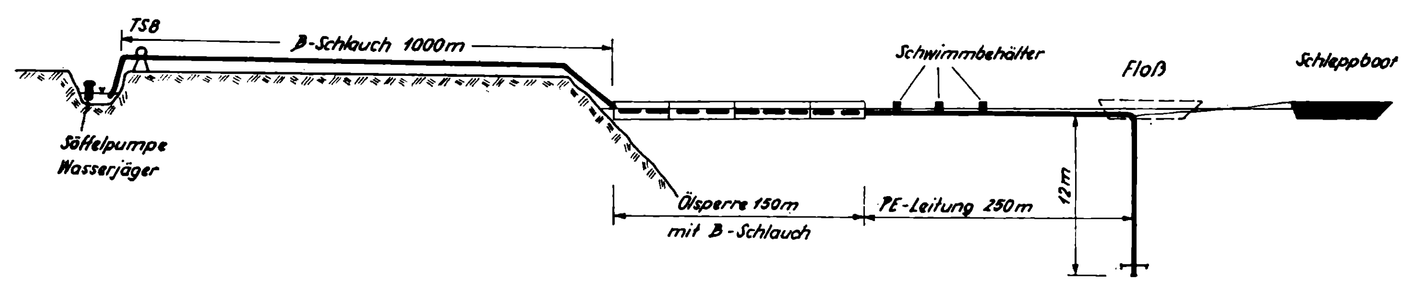


Bild 1 Schema der Einbringtechnologie

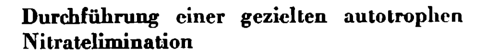
schwindigkeit von etwa 0,80 km/h durch ein Boot mit Forellenantrieb geschleppt. Bei Pumpenausgangsdrücken zwischen 400 und 700 kPa betrug die Ausbringzeit 5 bis 6 h/ Etappe. Während des Pumpvorgangs wurde im Steinbruch Verdünnungswasser zugegeben, so daß je Etappe rund 150 m³ Lösung gepumpt wurden.

Ergebnisse

Aus Laborergebnissen war bekannt, daß die Reaktion nur bei Sauerstoffwerten < 2 mg/l ablaufen kann. Deshalb war von vornherein klar, daß ein wesentlicher Anteil des eingesetzten Natriumthiosulfats zur Umsetzung des im Hypolimnion vorhandenen Sauerstoffs benötigt wird. Das Ziel der ersten Einbringung war daher, den hypolimnischen Sauerstoff weitgehend einzusetzen sowie eine beginnende Nitratdissimilation und eine dafür notwendige Bakterienpopulation zu erzielen. Die Sauerstoffbilanz nach Zugabe der ersten 50 t $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ zeigt Tafel 1. Eine Reaktion zwischen Natriumthiosulfat und Sauerstoff erfolgt entsprechend Gleichung (2)

$$S_2O_3^{2-} + H_2O + 2O_2 \rightarrow 2SO_4^{2-} + 2H^+. \quad (2)$$

Nach dieser Gleichung werden für 9,22 t O_2 eine äquivalente Menge von 35,7 t $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ benötigt. Die umfassende NO_3^--Elimination beginnt mit Zugabe der zweiten 50 t $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$. Insgesamt wurden 16 t NO_3^- in elementaren Stickstoff umgewandelt. An Nebenreaktionen konnte eine Freisetzung bis zu 1,6 mg/l Mangan und eine vorübergehende Konzentration bis 4 mg/l NO_2^- in den untersten Wasserschichten beobachtet werden. Für die Nutzung des Wassers sind diese Reaktionen jedoch ohne Bedeutung, da eine Wasserentnahme aus dem oberen Entnahmehorizont veranlaßt wurde. Bei Zutritt von O_2 erfolgt eine sofortige Fixierung des Mangans und Oxydation des Nitrits, so daß der reduktive Zustand der unteren Wasserschichten der Sperre bei Durchführung der Aktion im Spätsommer innerhalb weniger Wochen mit Eintritt der Herbstvollzirkulation beendet wird.



Durchführung einer gezielten autotrophen Nitratelimination

Im Spätsommer 1980 wurde in einer der eigentlichen TW-Talsperre vorgelagerten größeren Vorsperre eine NO_3^--Elimination durchgeführt. Ziel der Maßnahme war es, eine solche NO_3^--Elimination zu erreichen, daß die zu erwartenden NO_3^--Konzentrationsspitzen des Zulaufs im Frühjahr 1981 gebrochen und in der eigentlichen Entnahmesperre ständig Wasser mit dem Grenzwert $\leq$ 40 mg/l NO_3^- angeboten wird. Die Sperre hat ein Volumen von 23,1 Mill. m³ und ein Hypolimnion von rund 4,9 Mill. m³. Die Einsatzmenge an $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ betrug 450 t. Vor der autotrophen Nitratdissimilation liefen in der gleichen Talsperre Versuche des IfW zur heterotrophen Nitratdissimilation mittels eines Strohreaktors und Zugabe von Fettsäuren, so daß unsere Maßnahmen in einer bereits beeinflußten Talsperre durchgeführt wurden.

Technologie der Einbringung

Die Technologie der Einbringung wurde nach den Erkenntnissen des Großversuchs von 1979 vorgenommen. Das in fester Form und 50-kg-Säcken angelieferte

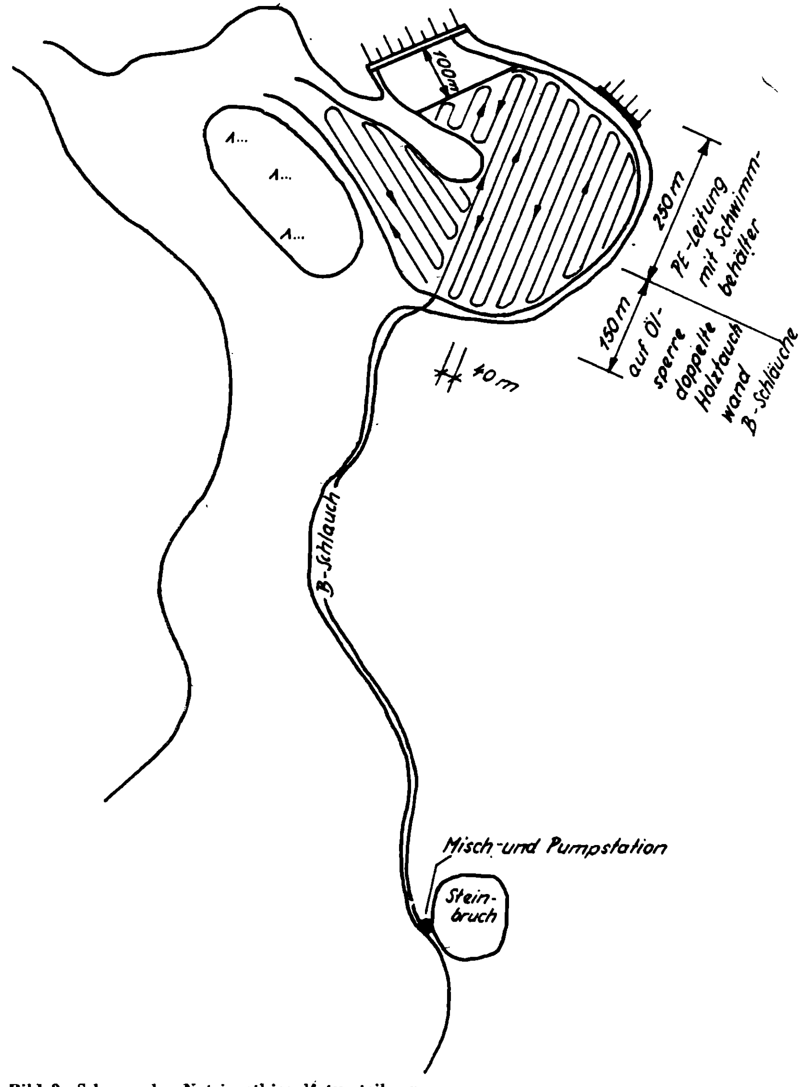


Bild 2 Schema der Natriumthiosulfatverteilung

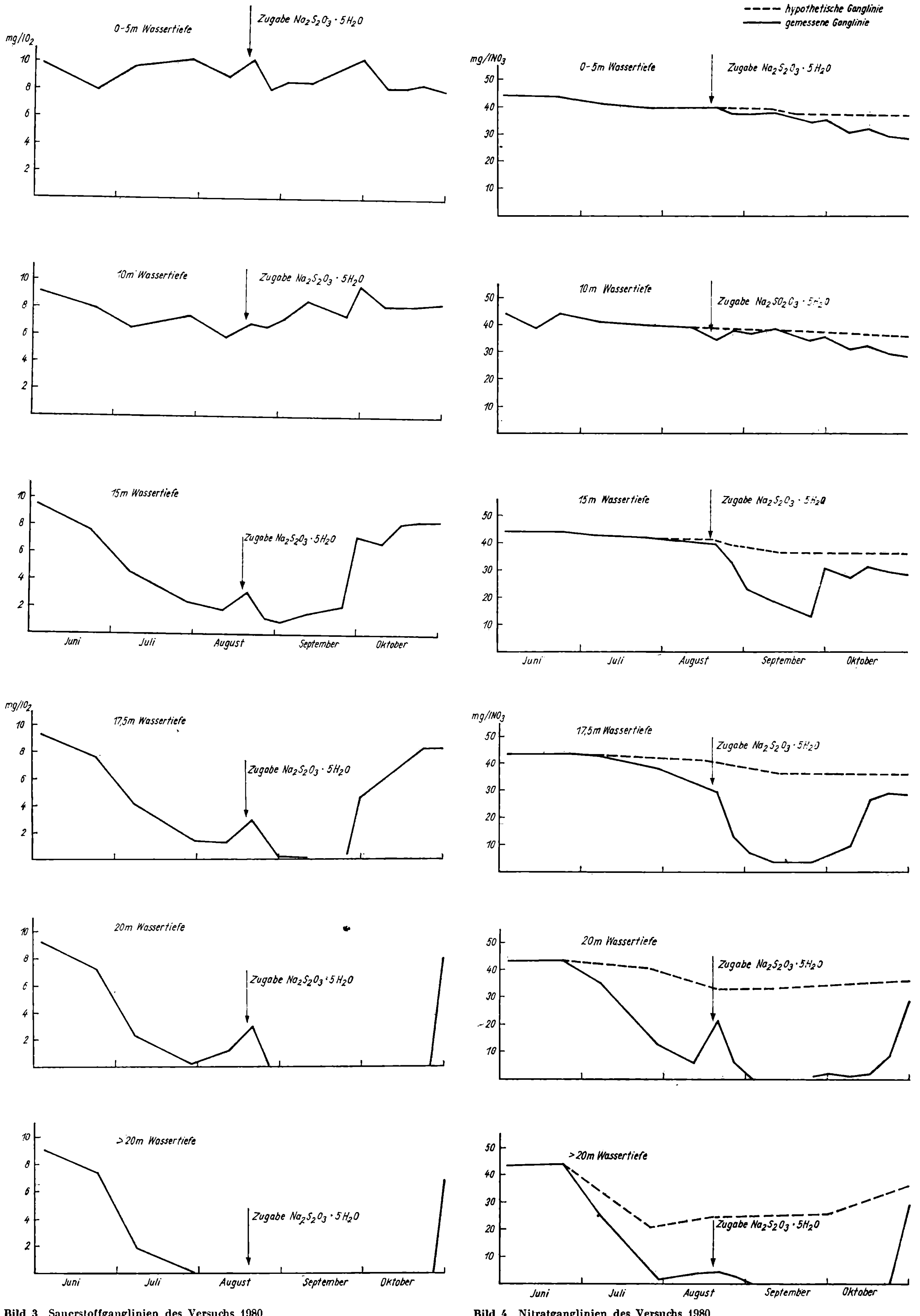


Bild 3 Sauerstoffganglinien des Versuchs 1980

Bild 4 Nitratganglinien des Versuchs 1980

$Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ konnte in einem errichteten Becken von 1 500 m^3 Inhalt zwischengelagert werden. Das Becken erhielt auf Grund der Forderungen der Staatlichen Bauaufsicht zur Sicherung von Betonbauwerken zwei Lagen GUP-Platten als Dichtung. Vor Beginn der Eliminierung wurde in diesem Becken eine 30prozentige Lösung hergestellt. Die Zugabe erfolgt über eine 1 500 m lange, in Abständen von 100 m geflanschte schwimmende PE-Rohrleitung gemäß Bild 3. Eine Verteilung war durch etappenweisen Rückbau der PE-Leitung und Schwenkung der Eingabevorrichtung quer zur Sperre möglich. Dabei wurden die ausgebrachten Lösungsmengen durch eine Wasseruhr überwacht und den einzelnen Hypolimnionteilvolumina zugeordnet. Bei Pumpenausgangsdrücken zwischen 700 und 750 kPa betrug die ausgebrachte Lösungsmenge bei einer Leitungslänge von 1 500 m etwa 25 m^3/h, bei einer Leitungslänge von 700 m rund 40 m^3/h. Die 450 t $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ wurden in einem Arbeitsgang innerhalb von 6 d im Hypolimnion der Talsperre verteilt. Bemerkenswerte Störungen der Technologie traten nicht auf.

Ergebnisse

Die Reaktion der NO_3^--Eliminierung wurde durch zunächst tägliche, dann zweimal wöchentliche Untersuchungen an insgesamt 32 Entnahmestellen überwacht. Den Verlauf der Sauerstoff- und Nitratganglinien zeigt Bild 4. Wie bereits im vorangegangenen Großversuch ausgewiesen, beginnt auch hier die Eliminierung sofort nach Einbringung der Chemikalien. Insgesamt wurden 10,8 t Sauerstoff und 160 t NO_3^- durch diese Maßnahme eliminiert, wobei durch die Erfolge der vorausgegangenen heterotrophen NO_3^--Elimination eine Überdosierung an $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ erfolgte. Diese Menge verblieb bis zur Herbstvollzirkulation ungenutzt im Hypolimnion, da keine äquivalente NO_3^--Menge mehr zur Verfügung stand. Bei Anaerobie des Hypolimnions wird die autotrophe Nitratdissimilation durch die normale Zehrung der organischen Inhaltstoffe der Sperre unterstützt, da alle Prozesse, die sonst als O_2-Zehrung verlaufen, nun das NO_3^- als Energiequelle nutzen. Der theoretische Wirkungsgrad liegt damit über 100 Prozent. Im Gegensatz zu den Ergebnissen des vorausgegangenen Großversuchs wurde bei dieser Maßnahme keine Bildung von NO_2^- beobachtet. Im unteren Bereich traten wiederum bis zur Herbstzirkulation reversible Freisetzungen von Mangan bis 4,3 mg/l auf. Diese hohen Konzentrationen sind aber streng an ein anaerobes Milieu gebunden. Weiterhin wurde stichprobenartig auf die Schwermetalle Zn, Cu, Mo, Pb, Ni, Cd, CR und Co untersucht. Von dieser Reihe konnten nur Zn und Cu nachgewiesen werden.

Anaerober Bereich:	0,28 mg/l Zn,
	0,17 mg/l Cu
Aerober Bereich:	0,23 mg/l Zn,
	0,07 mg/l Cu.

Ökonomische Betrachtungen

Kosten der Erstanwendung

Investkosten 18 099 M/a:
- Bau des Stapelbeckens
- Herstellung der PE-Leitung
- Lohnkosten

Betriebskosten 8 400 M/a:
- Energie
- VK-Verbrauch
- Nutzung von Pumpen und Booten
- Lohnkosten

Chemikalienkosten mit Transport:
330 750 M/a
insgesamt:
357 249 M/a.

Möglichkeiten der Kostenoptimierung

- Aus den Versuchen des Jahres 1980 läßt sich ableiten, daß bei erreichtem anaerobem Milieu im Hypolimnion die Eigenzehrung der Sperre zur NO_3^--Eliminierung beiträgt und erhebliche Werte erreichen kann. Durch den Einsatz von 400 t $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ müssen sich Zehrungen um 200 t NO_3^- erreichen lassen (Ergebnis der autotrophen und heterotrophen Maßnahmen des Jahres 1980).
- Seit 1982 kann ein billigeres, aus Abwasser rückgewonnenes Natriumthiosulfat zur Verfügung gestellt werden, so daß die Chemikalienkosten um etwa 70 Prozent gesenkt werden können.

Kostenvergleich

Als Vergleichsverfahren kann nur das zur Zeit am weitesten fortgeschrittene Verfahren des Ionenaustauschs herangezogen werden. Die Kosten belaufen sich dort, je nach Größe des Wasserdurchsatzes, auf 0,18 bis 0,60 M/m^3, wobei eine Eliminierungsleitung von 20 mg/l durchgesetztes Wasser zugrunde gelegt wird.

Für eine Eliminierung von 160 t NO_3^- müßten demzufolge 8 Mill. m^3 Wasser eine Ionenaustauschanlage passieren, was einen Preis von 1,44 bis 4,8 Mill. Mark (ohne Berücksichtigung der Industriepreisreform) bedeutet. Auf die Eliminierung eines kg Nitrat bezogen, stehen sich gegenüber:

Autotrophe NO_3^--Eliminierung
= 2,23 M/kg NO^{3-}
Ionenaustausch = 9 bis 30 M/kg NO^{3-}.

Literatur

/1/ *Klapper, H.; Fichtner, N.:* Großversuch zur Nitratelimination durch heterotrophe Denitrifikation; F/E-Bericht, Inst. für Wasserwirtschaft 1979 (unveröffentlicht)

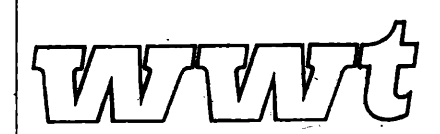
/2/ *Ramm, W.:* Nitratelimination durch mikrobielle Stickstoffabgasung bei der Infitration von Oberflächenwasser; Dipl.-Arb. Sektion Wasserwesen, TU Dresden 1969

/3/ *Scholze, C., et. all.:* Die Nitrateliminierung in Trinkwasseraufbereitungsanlagen — eine neue Verfahrensstufe zur Qualitätssteigerung; Mitt. Inst. für Wasserwirtschaft, Sonderheft 25 Jahre IfW (1977), S. 245—265

/4/ *Weldert:* Mitt. d. Kgl. Prüf. Anst. f. W. u. A. 13 (1940), S. 76—102

/5/ *Böhme, H.:* Ergebnisse der Bekämpfung der H_2S-Havarie an der TS Bleiloch; Analysenergebnisse der WWD Saale-Werra, Halle (1976) unveröffentlicht

/6/ *Bisogni, J. J.; Asce, A. M.; Driscoll, Ch. T.:* Denitrification using Thiosulfate and Sulfide. J. of the Environm. Engtg. Div. 103 (1977) S. 593—604



Tagungen

Am 31. Mai 1983 findet in Leipzig das

3. Symposium „Nutzung der Wasserressourcen durch Intensivierung der Anlagentechnik"

statt, und zwar in der Leipzig-Information am Sachsenplatz, Kinosaal.
Folgende Themen werden behandelt:
- Mobile Wasseraufbereitungstechnik
- Umkehrosmose
- Mehrschichtfiltration.

Auskünfte erteilt die Betriebssektion der KDT des VEB Wasseraufbereitungsanlagen Markkleeberg oder der Bezirksvorstand der KDT Leipzig.

*

In der Zeit vom 19. Juni bis 21. Juni 1984 veranstalten der VEB Spezialbaukombinat Wasserbau Weimar und die Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar die

5. Wissenschaftliche Fachtagung Talsperrenbau

Ingenieure, Wissenschaftler und Ökonomen aus dem In- und Ausland referieren zu folgenden Themen:

1. Talsperrenbau
   - Konstruktionsgrundsätze im Staudammbau
     - Standsicherheit
     - Dichtungskonstruktionen
   - Rekonstruktion von Talsperren
     - Zustandsbewertung
     - Rekonstruktionslösungen
   - Erfahrungen im Auslandsbau
2. Rohrleitungsbau
   - Erfahrungen beim Bau und Betrieb von Fernrohrleitungen
   - Rekonstruktion und Neubau von großen Wasserleitungs- und Abwassersystemen im Stadtgebiet
     - Rohrleitungsbau
     - Grabenverbau
     - Durchörterungen
     - Tunnelbau
   - Erfahrungen im Auslandsbau.

In Ergänzung der Vorträge finden Studienexkursionen zu Baustellen des Talsperren- und Rohrleitungsbaues sowie zu fertiggestellten Bauwerken statt.
Voranmeldungen sind unter dem Kennwort „5. Fachtagung Talsperrenbau 1984" sowie unter Angabe von Name, Dienststellung und Adresse an
VEB Spezialbaukombinat Wasserbau,
Tagungsbüro,
DDR - 5300 Weimar, Rießnerstraße 20,
zu richten.

Zum Einsatz von Taktanalysatoren in der automatischen Wasserbeschaffenheitskontrolle

Dipl.-Chem. Horst HEITMANN
Beitrag aus dem Institut für Wasserwirtschaft

Die Praxiswirksamkeit der automatisierten Wasserbeschaffenheitskontrolle zur Gewässerüberwachung und Prozeßführung in Wasseraufbereitungs- und Abwasserbehandlungsanlagen hängt vor allem von der Verfügbarkeit geeigneter Analysatoren für den Nachweis spezifischer Wasserinhaltstoffe ab.
Um die Aussagefähigkeit des vorwiegend aus Summenbestimmungsparametern bestehenden Standardmeßprogramms in der automatisierten Gewässerüberwachung zu erhöhen, sind vor allem Analysatoren zur Abarbeitung nachfolgend aufgeführter Zusatzmeßprogramme notwendig:

- Salzlast
- Nährstoffbelastung
- gefährliche Wasserschadstoffe.

Im einzelnen betrifft das vorerst die vollautomatische, zeitprogrammierte analytische Bestimmung der Parameter Chlorid, Hydrogenkarbonat, Gesamthärte, Phosphat, Ammonium, Nitrat, Zyanid und Phenol. Aus eigener Produktion steht hierfür das Taktanalysatorensystem aus dem VEB Reglerwerk Dresden zur Verfügung. Angeboten in zwei Varianten als Titrator mit potentiometrischer Äquivalenzpunktindikation und als Betriebskolorimeter, wurde es in letzter Zeit erfolgreich für wasseranalytische Meßverfahren genutzt. Dabei wirkt vorteilhaft, daß die Grundarbeitstakte Probeentnahme — Probendosierung — Reagenzienzugabe — Reaktionsauswertung — Meßwertbildung — Meßwertspeicherung durch zusätzliche Arbeitstakte, wie Probenfiltration, Probenverdünnung, Spülung usw., ergänzt werden können. Die Möglichkeit, unter Verwendung systemeigener Baugruppen Analysatoren nach dem Baukastenprinzip modifiziert aufzubauen, hat zu einer zunehmenden Anwendung der Taktanalysatoren in der automatischen Wasserbeschaffenheitskontrolle der DDR geführt. Für die Auswertung der Nachweisreaktion steht wahlweise ein potentiometrisches oder kolorimetrisches Indikationssystem als selbständige Funktionseinheit zur Verfügung. Bei automatischen Titrationen sind in einer Probe Zweikomponentenbestimmungen möglich, wie es beispielsweise bei der Bestimmung von Chlorid und Hydrogenkarbonat sowie Chlorid und Gesamthärte praktiziert wird.

Funktionsprinzip der Taktanalysatoren

Dem Funktionsprinzip liegt das in der DDR entwickelte Dreloba-System zugrunde. Es umfaßt Bausteine, Baueinheiten und Einrichtungen zur digitalen Steuerung im pneumatischen Normal- und Niederdruckbereich. Der Ablauf der Arbeitsoperationen des Taktanalysators wird daher pneumatisch gesteuert. Die Steuereinheiten, funktionsbezogen zusammengefaßt und mit elektrisch-pneumatischen bzw. pneumatisch-elektrischen Wandlern gekoppelt, bilden die Grundsteuerung. Sie ermöglicht ein taktmäßiges Abarbeiten des in Arbeitsoperationen gegliederten Analysenverfahrens. Dabei sind die Abläufe und Funktionen der einzelnen Arbeitstakte so ausgelegt, daß die Fertigmeldung eines Arbeitstaktes gleichzeitig den Start für den Folgetakt bildet. Gekoppelt sind die Steuereinheiten mit den erforderlichen elektrischen und elektronischen Baueinheiten, Netzteil, Meßverstärker, Meßwertspeicher sowie den Bedien- und Anzeigeeinheiten. Der Taktanalysator verwendet in seinen Grundvarianten als Titrator und Kolorimeter im wesentlichen die gleiche Grundsteuerung und eine Vielzahl gleichartiger Funktionseinheiten. Eine Unterscheidung erfolgt nur in der Auslegung des Indikationssystems. Die große Wiederholbarkeit der eingesetzten Baugruppen erleichtert die Wartung und den Austausch defekter Funktionseinheiten bei Störungen.

Nachfolgend werden die wesentlichen flüssigkeitsdurchströmten Funktionseinheiten der Taktanalysatoren aufgeführt, die in verschiedener Kombination zur Abarbeitung der Arbeitstakte in Titratoren und Kolorimetern genutzt werden:

Analysenventil — pneumatisch gesteuertes Zweiwegeventil
Dosiereinheit — zwischen zwei Analysenventilen angeordnetes Gefäß von 4, 10, 25, 40 oder 100 ml Volumen zur Dosierung der Probe
Dosierpumpe — zur Zugabe von Reagenzien, Hilfslösungen und Pufferlösungen, Pumpenleistung kann stufenlos zwischen 0,4—4 ml je Hub eingestellt werden
Ventileinheit — Analysenventil mit Drosseleinrichtung für eine automatische Dosierung nach Zeit
Büretteneinheit — als Kolbenpumpe arbeitende Dosiereinrichtung zur Zugabe des Titranten, als Bürettenvolumen stehen maximal 5, 10, 20 und 50 ml zur Verfügung
Reaktoreinheit mit potentiometrischer Indikation — Reaktionsgefäß mit einem Analysenventil und einer Entleerungsmeldung ausgestattet, ein motorgetriebener Rührer dient zur Durchmischung der Reaktionslösung; das Reaktoroberteil wird für die potentiometrische Indikation als Halterung für die Meßelektroden verwendet
Fotometereinheit — bestehend aus Strahler, Kondensor und Durchflußküvette sowie einer elektronischen Reaktionsauswertung, ausgeführt als Zweistrahlsystem, die Schichtdicken der Küvetten können zwischen 4 und 40 mm variiert werden.

Zu ergänzen ist noch, daß die pneumatische Steuerung des Analysators neben der Bereitstellung von Elektroenergie auch Druckluft als Hilfsenergie benötigt. In den Werken kann sie meistens aus einem zentral versorgten Druckluftnetz entnommen werden. Für den Betrieb in automatischen Gewässerkontrollstationen muß ein Luftverdichter mit Windkessel aufgestellt werden. Bewährt hat sich hierfür der Luftverdichter vom Typ AHS1-40/70 — VB: ERB aus dem VEB Geraer Kompressorenwerk. Im Intervallbetrieb arbeitend, erwies sich die Anlage als sehr zuverlässig, ohne zusätzliche größere Wartungsprobleme in den automatischen Stationen aufzuwerfen.

Einsatz in der Praxis der Wasserbeschaffenheitskontrolle

Die Aufstellung des Analysators sollte in einer Meßstation, einem Labor oder einer Anlagenmeßwarte erfolgen. Für den Freiluftbetrieb ist das Gerät nicht ausgelegt. Am Standort muß eine Entnahme von Elektroenergie, Druckluft und Probengut störungsfrei möglich sein. Ist eine zentral versorgte Probenwasserleitung vorhanden, wird der Analysator unmittelbar dort angeschlossen, fehlt diese Möglichkeit, muß die Probenwasserförderung vom Entnahmepunkt zum Analysator mit einer Pumpe erfolgen. Bei Entfernungen zwischen 10 und 15 m und bei Saughöhen bis zu 3 m kann hierfür sehr kostengünstig und energiesparend die vom VEB Reglerwerk Dresden angebotene Analysenpumpe verwendet werden. Im Reinwasserbereich bereitet die störungsfreie Zuführung des Probengutes allgemein keine Schwierigkeiten. Bei verschmutztem Flußwasser und Abwässern treten aber häufig erhebliche Probleme auf. Der relativ hohe Gehalt an partikulären Stoffen und der sich ausbildende biologische Bewuchs in den engdimensionierten Querschnitten von Leitungen und Ventilsitzen in den von Proben-

gut durchflossenen Funktionseinheiten behindert den Probenfluß. Hier muß man durch verschiedene Maßnahmen Abhilfe schaffen.

In der Regel durchströmt das Probengut ständig die Dosiereinheit. Bei Schmutzwasser sind die Ventilsitze der Einheit häufig schon nach 24 h verstopft. Für den Fluß- und Abwassereinsatz hat es sich als zweckmäßig erwiesen, die Dosiereinheit nur wenige Minuten vor der Probendosierung durchströmen zu lassen. Diese Maßnahme kann recht einfach durch ein der Dosiereinheit vorgeschaltetes zeitprogrammiertes Ventil bewerkstelligt werden. Entsprechend der vorprogrammierten Zeitfolge der Analysen kann durch eine im Analysator zusätzlich installierte Steuerung auch eine separat angeordnete Probenwasserpumpe an- und abgeschaltet werden. Diese Maßnahmen lassen sich mit systemeigenen Baugruppen ausführen und werden auf Anforderung des wasserwirtschaftlichen Anwenders vom Analysatorenhersteller gerätetechnisch realisiert. Bei der Planung des Einsatzes von Taktanalysatoren wird häufig die Frage nach einer optimalen Zeitfolge der Analysen gestellt. Grundsätzlich sollte sie der vorherrschenden Änderungsgeschwindigkeit der Konzentration des zu analysierenden Wasserinhaltstoffes angepaßt sein. Nach vorliegenden Untersuchungen von *Heitmann* und *Weber* (1978) sind automatische Analysen in zwei- bis vierstündigen Abständen zur Beurteilung des Stofftransportes in langsam fließenden Gewässern ausreichend. In schneller fließenden Gewässern sowie in Wasserläufen mit stoßweiser Abwasserbelastung sind entsprechend kürzere Analysenfolgen zu programmieren. Der Taktanalysator bietet die Möglichkeit einer quasi stufenlosen Zeitprogrammierung der Analysenfolge. Der Anwender kann daher selbst die optimale Betriebsweise festlegen. So werden die Gewinnung vieler für die Beurteilung der Wasserbeschaffenheit nicht notwendiger Analysenwerte vermieden, ein sparsamer Umgang mit Reagenzien und Hilfslösungen erreicht sowie die Betriebskosten insgesamt reduziert. Bei Grenzwertüberschreitungen oder in Havariesituationen kann bei Anschluß des Analysators an eine Fernwirkanlage die automatische Programmvorwahl unterbrochen und eine sofortige automatische Analyse veranlaßt werden.

Einsatz als Titrator

Zur Überwachung salzbelasteter Fließgewässer und salzhaltiger Abwässer wurde die allgemein verwendete automatische Leitfähigkeitsmessung als Summenbestimmungsparameter durch automatische, potentiometrische Titrationen zur Bestimmung der Gesamthärte, des Chloridgehalts und des Hydrogenkarbonats ergänzt. Diese Meßparameter sind die wesentlichen Bestandteile des automatischen Zusatzmeßprogramms — Salzlast.

Für das Gelingen potentiometrischer Titrationen sind nach *Ebel* und *Seuring* (1977) folgende Faktoren zu beachten:
— Mischungseffekte
— Reaktionskinetik
— Ansprechzeit der Indikatorelektrode
— Diffusionspotentialrelaxation
— Potentialdriften
— Elektrostatische Aufladungen.

Daraus resultiert, daß sich die Hauptprobleme potentiometrischer Titrationen auf eine gut reproduzierbare, funktionierende Äquivalenzpunkterkennung konzentrieren. Es sind nur Elektrodenkombinationen erfolgreich verwendbar, deren Potentialdrift zu vernachlässigen ist und die eine hohe Ansprechempfindlichkeit zeigen. Leider ist das bei einem großen Teil ionensensitiver Elektroden nicht der Fall. Ihre Verwendung als Indikatorelektroden für potentiometrische Titrationen sind häufig eingeschränkt. Zur Durchführung potentiometrischer Titrationen kann die Indikation des Äquivalenzpunktes durch drei verschiedene Möglichkeiten erfolgen:

1. Titrationen mit Wechselwirkung Probe — Elektrode
2. Titrationen mit Wechselwirkung Titrant — Elektrode
3. Titrationen mit Wechselwirkung Indikatorreagenz — Elektrode.

Als automatisches Meßverfahren ist die zweite Möglichkeit mit dem geringsten apparativen Aufwand realisierbar, wie die automatischen Titrationen zur Bestimmung der Salzlastkomponenten zeigen, die am Beispiel der Wasserhärtebestimmung nachfolgend erläutert werden sollen.

Automatische Titration der Wasserhärte

Die automatische Titration der Wasserhärte als Summe der Kalzium- und Magnesiumionenkonzentrationen in der Probe erfolgt mit einer bifunktionellen ÄDTA/NaOH-Maßlösung unter Verwendung einer *p*H-Glaselektrode zur Äquivalenzpunktindikation. Das Titrationsverfahren basiert auf Untersuchungen von *Frenzel* (1978) und ist praktisch die Übertragung der Säure-Basen-Titration auf komplexometrische Bestimmungen. Zu diesem Zweck wird die Komplexonmaßlösung (ÄDTA) in einem stöchiometrischen Verhältnis mit Natronlauge versetzt. Die Titration verläuft nach folgender Reaktionsgleichung:

$$M^{2+} + H_2Y^{2-} \rightarrow MY^{2-} + 2\,H^+$$

M^{2+} — Summe der Kalzium- und Magnesiumionen
H_2Y^{2-} — Komplexon (ÄDTA)
MY^{2-} — Kalzium- und Magnesiumkomplexonat
H^+ — Protonenkonzentration.

Die durch die Komplexonierungsreaktion freigesetzten Protonen reagieren mit den Hydroxylionen der Maßlösung sofort zu Wasser:

$$2H^+ + 2OH^- \rightarrow 2H_2O.$$

Solange die Komplexbildungsreaktion abläuft, bleibt der *p*H-Wert in der Titrationslösung konstant. Am Äquivalenzpunkt tritt eine sprunghafte *p*H-Wertänderung auf, da nach Abschluß der Komplexonierungsreaktion keine Protonen zur Neutralisation von Hydroxylionen mehr verfügbar sind. Mit Hilfe der Anwendung der bifunktionellen Titration gelang eine bedeutende Vereinfachung des automatischen Titrationsverfahrens. Die einfache und exakte potentiometrische Indikation des Äquivalenzpunktes mit einer *p*H-Glaselektrode wird durch andere in der Probe vorhandene Wasserinhaltstoffe kaum gestört. Die meisten Wässer liegen im *p*H-Bereich um den Neutralpunkt. Eine Pufferwirkung gegenüber Hydroxylionen ist wenig ausgebildet, und ein ausgeprägter Potentialsprung zwischen 50 und 70 mV zeigt das Erreichen des Äquivalenzpunktes an.
Die Titrationen erfolgten bei Härtewerten von 13 bis 100 °dH in einem Fehlerbereich von ± 5 Prozent. Durch eine automatische Probenverdünnung gelingt es mühelos, im gleichen Fehlerbereich Versuchslösungen bis zu einer Gesamthärte von 250 °dH zu titrieren.

Einsatz als Betriebskolorimeter

Die Kolorimetrie eröffnet für die automatisierte Wasserbeschaffenheitskontrolle ein breites Anwendungsgebiet. Ihr erfolgreicher Einsatz verlangt gegenüber der Anwendung von Titrationsverfahren eine Probenvorbehandlung zur Abtrennung der Trübstoffe. Die Anwendung von Betriebskolorimetern in der automatischen Gewässerüberwachung und Abwassergrenzwertüberwachung ist in erster Linie an eine befriedigende Lösung der Probenfiltration gebunden. In der Beherrschung der automatischen Probenfiltration wurden in letzter Zeit Fortschritte erzielt, die aber nicht für alle Anwendungsfälle eine ausreichende Lösung darstellen. Weiterhin sind kolorimetrische Reaktionen in saurer Lösung als automatisches Meßver-

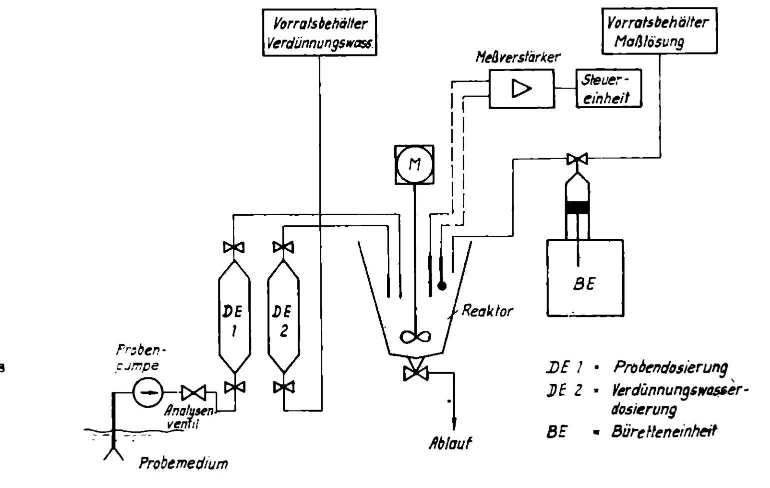


Bild 1 Vereinfachtes Funktionsschema „Automatische Titration" — Wasserhärte

fahren wesentlich besser handhabbar als im alkalischen Milieu. Schon bei mittleren Härtegraden des Wassers bereitet die Maskierung der Erdalkaliionen zur Vermeidung von Hydroxidtrüben Schwierigkeiten. Ohne größere Probleme verlaufen daher die in saurer Lösung ablaufenden Farbreaktionen zur Bestimmung des o-Phosphats und des gelösten Eisens, während der Aufwand zum Nachweis des Ammoniums in alkalischer Lösung wesentlich höher ist.

Probenfiltration

Zur Abtrennung der partikulären Stoffe aus der Wasserprobe passiert die Probe vor Eintritt in die Reaktionseinheit des Kolorimeters einen Filter. Als Filtermaterial hat sich gesintertes PVC, wie es als Mikroscheider vom VEB Eilenburger Chemiewerk angeboten wird, bewährt. Das etwa 0,8 mm starke Plattenmaterial wird auf einen Stützträger einer Edelstahlsiebplatte aufgelegt und zur Vermeidung einer sich schnell ausbildenden Konzentrationspolarisation auf der Filteroberfläche mit geglühtem Seesand p.A. in etwa 1 cm Höhe überschichtet. Verwendet wird eine Filterfläche von 50 cm^2 als runde Filterscheibe. Die Filtration erfolgt unter einem Druck von 50 kPa. Der Filter wurde für 50 bis 60 Proben bei verschmutztem Elbewasser als Probenmedium verwendet. Die Reaktionseinheit des Kolorimeters ist mit einer automatischen Füllstandskontrolle ausgestattet. Eine Reagenzienzugabe erfolgt erst nach vollständiger Überführung des Filtrats in den Reaktor.

Fotometereinheit

Zur farbkolorimetrischen Auswertung der Reaktionslösung dient ein Quotientenfotometer. In der Küvette werden entsprechend der Farbintensität der Reaktionslösung charakteristische Farbbereiche absorbiert. Das ausfallende Licht trifft in zwei Teilen auf zwei unterschiedliche Filterpaarungen in der Fotozelle. Eine Filterpaarung liegt im Farbbereich der Reaktionslösung, die andere Filterpaarung erfaßt den unbeeinflußten Strahlungsanteil. Die unterschiedlich geschwächten Strahlungsanteile lösen beim Auftreffen auf die Fotoelemente unterschiedliche Ausgangsspannungen aus. Entsprechend verschaltet im Differenz- oder Quotientenverfahren, bietet die Arbeitsweise den Vorteil, daß Küvettenfensterverschmutzungen und geringfügige Trübungen der Reaktionslösungen für die Meßwertbildung in gewissen Grenzen ausgeschaltet werden können.

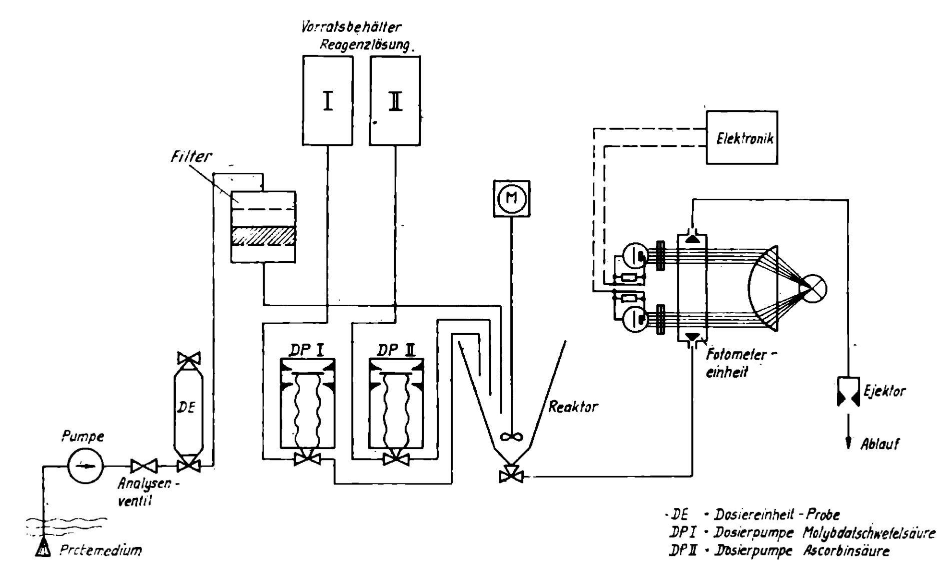
Farbkolorimetrische Bestimmung des o-Phosphatgehalts

Zur Überwachung des o-Phosphatgehalts von Fließgewässern wurde das von *Vogler* (1975) für einen Flow-Stream-Autanalyser modifizierte Analysenverfahren auf einen Taktanalysator mit einem Meßbereich von 0 bis 1 mg/l PO_4 übertragen. Das Verfahren beruht auf einer farbkolorimetrischen Auswertung des blaugefärbten Reaktionsproduktes der Molybdatophosphorsäure.
Die Reagenzienzuführung beschränkt sich auf die Zugabe von Molybdatoschwefelsäurereagenz und Askorbinsäure. Der Zeitaufwand für die automatische Analyse beträgt einschließlich Probenfiltration etwa 9 min, wobei 8 min für die Entwicklung der Farbreaktion benötigt werden. Probendosierung, Reagenzienzugabe und Reaktionsdurchführung erfolgen mit großer Zuverlässigkeit. Eine Sichtkontrolle des Betriebskolorimeters erfolgt in zwei- bis dreitägigen Abständen. Die Kalibrierung des Gerätes erwies sich in wöchentlichen Abständen als ausreichend. Die Abweichungen der Meßwerte zu den im Labor parallel untersuchten Proben lagen in einem Bereich von ± 10 Prozent. Dabei wird die Fehlergröße im wesentlichen nicht durch das Kolorimeter verursacht, wie an Untersuchungen mit Reinwasser angesetzten Standardlösungen nachgewiesen wurde, sondern durch eine noch nicht ausreichende Probenfiltration.

Einsatz zur Konditionierung der Probe für diskontinuierliche Messungen spezifischer Ionenaktivitäten mit sensitiven Elektroden

Der Einsatz ionensensitiver Meßelektroden in der automatischen Wasserbeschaffenheitskontrolle ist häufig an eine automatische Probenkonditionierung gebunden. Die Herstellung geeigneter Meßbedingungen umfaßt die Zugabe von Ionenstärkepuffern, von Reagenzlösungen zur Maskierung oder Ausfällung störender Begleitionenkonzentrationen und die Einstellung eines definierten pH-Wertes. Weiterhin sind Arbeitsoperationen zur automatischen Spülung und Kalibrierung der potentiometrischen Meßanordnung notwendig. Mit Hilfe eines dafür ausgelegten Taktanalysators lassen sich diese Aufgaben automatisch abarbeiten. Der Analysators dient dann zur zeitprogrammierten direktpotentiometrischen Messung spezifischer Ionenaktivitäten, wie das am Beispiel der automatischen Zyanidbestimmung praktizierbar ist.


Bild 2 Vereinfachtes Funktionsschema Betriebskolorimeter — o-Phosphat



Automatische Konditionierung der Probe zur Zyanidbestimmung

Einfache Zyanidverbindungen sind erst in stark alkalischem Milieu vollständig dissoziiert, die Zyanidionenaktivität ist mit einer sensitiven Indikatorelektrode vollständig meßbar. Zu diesem Zweck muß die Probe durch Zugabe von Natronlauge vor dem Meßvorgang alkalisiert werden. Weiterhin war bei der Auslegung des Meßverfahrens zu beachten, daß sich die meßempfindliche Membran der Indikatorelektrode, bestehend aus einem schwerlöslichen Silbersalz, bei einem längeren Aufenthalt in alkalischer Zyanidlösung auflöst. Zu diesem Zweck wurden folgende Arbeitstakte zur Probenkonditionierung und zum Schutz der Elektrode vorgesehen:

1. Dosierung der Probe
2. pH-Wert-Einstellung der Probe > pH 12
3. Messen des Elektrodenpotentials
4. Ablassen der alkalischen Probe aus dem Reaktor
5. Spülung des Reaktors und des Elektrodensystems mit Reinwasser
6. Ablassen des Spülwassers
7. Auffüllen des Reaktors mit zyanidfreiem Wasser.

Die Arbeitstakte werden nacheinander automatisch abgearbeitet und ermöglichen eine diskontinuierliche automatische Zyanidbestimmung in einem vorgewählten Meßbereich von 10^{-5} bis 10^{-3} Mol/l CN^-. Die Verwendbarkeit der ionensensitiven Indikatorelektrode konnte auf 6 bis 8 Wochen ausgedehnt werden. Dieses Beispiel zeigt auch auf dieser analytischen Strecke eine brauchbare Verwendung des Taktanalysators für die automatische Wasserbeschaffenheitskontrolle.

Zusammenfassung

Das Taktanalysatorensystems aus dem VEB Reglerwerk Dresden ist in der automatischen Wasserbeschaffenheitskontrolle vielseitig anwendbar. Vorteilhaft wirken die vielfältigen Kombinationsmöglichkeiten von Funktionseinheiten des Gerätesystems zur Instrumentierung wasseranalytischer Meßverfahren. Sie können sowohl in Form der automatischen Titration, der Betriebskolorimetrie sowie zur automatischen Probenkonditionierung bei Ionenaktivitätsmessungen mit ionensensitiven Elektroden in auto-

matischen Gewässerkontrollstationen und in Wasserwerken und Abwasserbehandlungsanlagen zum Einsatz kommen. Dabei sind die Titratoren mit ihrem potentiometrischen Indikationssystem universeller einsetzbar. Die erfolgreiche Anwendung der Betriebskolorimetrie bei verschmutzten Wässern wird wesentlich von der Wirksamkeit der Probenfiltration als vorgeschalteter automatischer Arbeitsstufe beeinflußt.

Literatur

Heitmann, H.; Weber, E.: Automatische Meßstationen zur Überwachung der Wasserbeschaffenheit WWT 28 (1978) 12, S. 413–418

Ebel, S.; Seuring, A.: Vollautomatische, potentiometrische Titrationen
Z. Angewandte Chemie 89 (1977) 3, S. 129

Frenzel, F.; Retter, K. P.: Bifunktionelle Titration von Metallionen mit Komplexbildner gegen eine Wasserstoffelektrode
Z. Anal. Chem. Bd. 291 (1978) 4, S. 319

Vogler, P.: Analysenautomaten in Wasserlaboratorien mit Flow-Stream Automaten
Teil I und II, Z. Acta hydrochimica et hydrobiologica (1975) 2, S. 133

— Bedienanleitung
TA 10 Titrimeter
TA 10 Kolorimeter
— Technische Information des VEB Reglerwerk Dresden
— Bedienanleitung
Taktanalysensystem TA 10
Analytische Baugruppen
— Technische Mitteilung des VEB Reglerwerk Dresden.

Bodensee im Konstanzer Trichter am stärksten verschmutzt

Der Bodenseetrichter zwischen Konstanz und dem Schweizer Ufer bei Kreizlingen hat sich als die am stärksten verschmutzte Region des Sees erwiesen. Mit einem neuen Verfahren zur Bodenschlammuntersuchung stellten Geologen fest, daß dieser Abschnitt des Sees mit dem Klärschlamm-Verklappungsgebiet und der Schmutzwasserleitung vor der Stadt New York vergleichbar ist.
In den USA und in Japan wurde in den letzten Jahren ein Verfahren gefunden, mit dem die Fäkalabwässer-Verschmutzung von Gewässern genau und von Industrieabwässern getrennt festgestellt werden kann. Aus diesen Abwässern gelangen chemische Spurenstoffe aus dem Stoffwechsel des Menschen ins Wasser und werden im Bodenschlamm gespeichert. Der Gehalt an Coprostanol, wie diese organische Verbindung heißt, läßt den Grad der Verschmutzung durch Fäkalabwässer erkennen und auch die historische Entwicklung verfolgen. In einer Bodengreiferprobe aus 50 m Tiefe im Konstanzer Trichter, je rund einen km von beiden Ufern entfernt, wurden die einzelnen seit dem Jahr 1800 entstandenen Schlammschichten auf ihren Gehalt an dieser organischen Verbindung untersucht. An den Ergebnissen ließ sich ablesen, daß der Fäkalwassereinfluß 1800 noch minimal war, 1845 stark anstieg, sich zwischen 1945 und 1960 etwa verzehnfachte und etwa ab 1972 nochmals verfünffachte. Die allgemeine Verschmutzung des Bodensees, die schon seit langem beobachtet wird, erreicht jedoch nicht die Werte, die sich im Konstanzer Trichter zeigen, wo sich die ungeklärten Abwässer von Ufergemeinden konzentrieren. *ADN*

Wasserwirtschaftliche Potenzen der abflußgesteuerten Bewässerung und einige Grundaufgaben zur Einführung des Verfahrens

Dr. agr. Ralph MEISSNER; Dr. habil. Dietrich KRAMER
Beitrag aus dem Institut für Wasserwirtschaft

Die Prinzipien der rationellen Wasserverwendung sind konsequent anzuwenden und vorrangig einfache Lösungen der Wasserbereitstellung für die Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen zu nutzen. Dazu sind Verfahren zu entwickeln, die höchste Effektivität bei begrenztem Aufwand an Wasser, Investitionen sowie anderer Ressourcen gewährleisten. Der Wasserbedarf der Landwirtschaft für die Bewässerung wird neben seiner absoluten Höhe besonders durch die zeitliche Verteilung bestimmt; es besteht ein ausgeprägter Spitzenbedarf in Zeiten geringen Dargebots. Daraus wird deutlich, daß der zunehmende Wasserbedarf für die Bewässerung bei herkömmlichen Verfahren im Vergleich zu anderen Nutzungen einen hohen Aufwand für die Wasserspeicherung bedingt. Eine Alternative zu den konventionellen Methoden der Wasserbedarfsdeckung für die Beregnung in dargebotsarmen Perioden bietet das Verfahren der abflußgesteuerten Bewässerung.

Ziel der abflußgesteuerten Bewässerung

Das Hauptziel besteht in der Verlegung der Bewässerungstermine in die dargebotsreiche Periode. Damit wird das Speichervermögen der Böden genutzt und der Bewässerungsbedarf während der dargebotskritischen Periode Juli bis Oktober um 25 Prozent bei einer mittleren Zusatzregengabe von 100 mm gesenkt. Dies soll bei weitgehend gleichen Erträgen gegenüber konventionellen Bewässerungsverfahren erreicht werden. Außerdem werden durch die abflußgesteuerte Bewässerung der landschaftsnotwendige Kleinstabfluß und damit das ökologische Gleichgewicht aufrechterhalten.

Versuchsmethodik und Ergebnisse

Auf differenzierten Standorten (D2, Löl und V1) wurden von 1973 bis 1980 Feldversuche (teilweise Ausstattung der Meßfelder mit Lysimetern) und ein Produktionsexperiment zur abflußgesteuerten Bewässerung durchgeführt (Tafel 1). Dabei wurden die in Tafel 2 enthaltenen abflußgesteuerten Beregnungsvarianten im Vergleich zu praxisüblichen Vegetationsberegnungsvarianten geprüft.
Sowohl die bereits 1973 begonnenen experimentellen Untersuchungen auf dem Löl-Standort Friemar als auch das Produktionsexperiment auf dem V1-Standort Berlstedt wurden in kooperativer Gemeinschaftsarbeit zwischen dem Institut für Wasserwirtschaft und dem Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg, Bereich Jena, durchgeführt. Es ist geplant, die in Kooperation zwischen wasser- und landwirtschaftlichen Einrichtungen erzielten F/E-Ergebnisse über die abflußgesteuerte Bewässerung gemeinsam in die Praxis zu überführen.
Im folgenden werden die aus den langjährigen Versuchen gewonnenen Ergebnisse differenziert nach Standorten vorgestellt und diskutiert.

Löl-Standort

Wesentliche Resultate des sechsjährigen Feldversuchs über die Anwendung des Beregnungssteuerungsprinzips nach dem aktuellen Abflußdargebot auf einem schweren Löl-Standort sind in Tafel 3 dargestellt.
Die durchschnittliche Zusatzberegnung war auf dem Löl-Standort bei allen untersuchten Beregnungsvarianten relativ gleichmä-

Tafel 1 Kurzcharakteristik der Versuchsstandorte

Kriterium	Versuchsstandort Friemar	Seehausen/Altm.	Berlstedt
Geographische Lage	westliches Randgebiet des Thüringer Beckens	mecklenburgisch-märkische Elbtal-Niederung in der Region Elbe-Havel-Spreeland	südöstliches Randgebiet des Thüringer Beckens unter Regenschatteneinfluß des Ettersberges
Höhe über NN	283 m	23 m	223 m
Standorteinheit (NStE)	Lö 1	D 2	V 1
Standortgruppe	9	2	12
Bodenform	Löß-Braunschwarzerde	Bändersandbraunerde	Ton-Schwarzerde
Bodenart	Lehm	Sand	Lehm
nFK 0–50 cm (mm)	108	71	85
Niederschlag/Jahr (mm)	554	572	542
Niederschlag/Apr.–Sept. (mm)	346	326	330
Lufttemperatur/Jahr (°C)	8.0	8,5	8,3
Lufttemperatur/Apr.–Sept. (°C)	13,6	14,2	13,9

Tafel 2 Zusammenstellung der untersuchten Beregnungssteuerungsvarianten

Bezeichnung der Variante	Kurzcharakteristik des Steuerungsprinzips	Versuchsstandort und Laufzeit
BQ	abflußgesteuerte Beregnung; Beregnung nur bei ausreichendem Abflußdargebot	D2 (1974–1978) Löl (1973–1978)
BQ_0	Steuerung der Beregnung nach dem Abflußdargebot eines konkreten Bezugspegels	D2 (seit 1979) V1 (1980)
BQ_{00}	Steuerung der Beregnung nach dem Abflußdargebot eines Bezugspegels bis zum Eintritt eines fixierten Unterschreitungstermins	D2 (seit 1979)
BQV_r	abflußgesteuerte Beregnung und Wasserreduktion während der Mangelperiode	D2 (seit 1979)
BQV	Kombination von abflußgesteuerter und vegetationsgesteuerter Beregnung nach der klimatischen Wasserbilanz während der Mangelperiode	D2 (1974–1978) Löl (1973–1978)
BV	Steuerung der Beregnung nach der klimatischen Wasserbilanz	D2 (seit 1979) Löl (1973–1978)
BE	EDV-gesteuerte Beregnung	D2 (seit 1974) V1 (1980)
K_0	unberegnete Kontrollvariante	alle Standorte

Tafel 3 Hauptergebnisse der Feldversuche über die abflußgesteuerte Bewässerung auf einem Löl-Standort, 1973–1978

Fruchtart	Zusatzwassermenge (mm)			Zusatzwassereinsparung (mm)			Mehrertrag (dt GE/ha)			Zusatzwasserausnutzung (dt GE/ha)		
	BQ	*BV*	*BQV*	*BQ/BV*	*BQ/BQV*	*BQV/BV*	*BQ*	*BV*	*BQV*	*BQ*	*BV*	*BQV*
Kartoffeln	107	70	102	30	30	–	8	24	23	0,07	0,20	0,13
Zuckerrüben	134	162	158	111	66	45	1	10	3	0,01	0,06	0,02
Feldgras	148	172	183	69	66	3	20	10	17	0,14	0,06	0,09
Grünhafer	158	85	158	–	–	–	12	2	7	0,08	0,02	0,04
gew. $\bar{x}$	132	126	146	60	47	13	10	10	11	0,08	0,08	0,08

ßig und lag im oberen Sepktrum der unter Praxisbedingungen mit Großberegnungsanlagen ausgebrachten Wassermengen. Die *BV*-Variante wies insgesamt den geringsten Zusatzwasserbedarf, gefolgt von der *BQ*-Variante, auf.

Durch die *BQ*-Variante wurden während hydrologischer Mangelperioden im Mittel des Untersuchungszeitraumes 60 mm Zusatzwasser gegenüber der *BV*-Variante und 47 mm gegenüber der *BQV*-Variante weniger eingesetzt. Mit der *BQ*-Variante wurde demzufolge eine volle Wassereinsparung während dargebotskritischer Perioden erzielt. Durch die *BQV*-Variante wurden in der abflußschwachen Zeit im Mittel 13 mm Zusatzwasser weniger als bei der *BV*-Variante gebraucht, d. h., der Bewässerungswasserbedarf wurde durch die *BQV*-Variante, bezogen auf die mögliche Einsparung von 60 mm, um 22 Prozent gesenkt.

Die mittleren Ertragsleistungen der Versuchsvarianten waren annähernd identisch. Hinsichtlich der Zusatzwasserausnutzung bestanden zwischen den geprüften Beregnungssteuerungsvarianten im Mittel der Versuchsperiode keine Unterschiede.

Beim Vergleich der prozentualen Mehrerträge der *BQ*- und *BQV*-Variante gegenüber *BV* ergibt sich folgende Eignungsreihe der Fruchtarten für die abflußgesteuerte Bewässerung:

Grünhafer > Gras > Kartoffeln > Zuckerrüben.

Diese für die abflußgesteuerte Bewässerung gefundene Reihenfolge entspricht etwa den phänologischen Besonderheiten der Fruchtarten, indem Pflanzen mit früher beginnender Vegetation besonders positiv auf eine zeitige Beregnung reagieren. Damit werden die Ergebnisse vorangegangener Forschungsarbeiten zum Ertragsniveau von Futterpflanzen bei Steuerung der Beregnung nach dem Abflußdargebot bestätigt.

D2-Standort

Auf dem D2-Standort wurden die Hauptversuche zur abflußgesteuerten Bewässerung durchgeführt. Infolge der Qualifizierung des Versuchs im Jahre 1979 wurden aus Gründen der Vergleichbarkeit die Ergebnisse der Untersuchungsetappen 1974–1978 sowie 1979–1980 (Tafel 4) getrennt ausgewertet.

In der Untersuchungsperiode von 1974 bis 1978 traten solche Dargebotssituationen ein, die entsprechend den Kriterien der abflußgesteuerten Bewässerung zum Aussetzen der entsprechenden Beregnungsvarianten zwangen. Dagegen stand in den letzten beiden Versuchsjahren durchgängig ein ausreichendes Abflußdargebot für die Beregnung zur Verfügung. Diese Tendenz ist bei der Betrachtung der eingesetzten Zusatzwassermengen deutlich erkennbar, besonders bei den seit 1979 in das Untersuchungsprogramm aufgenommenen Varianten BQ_0, BQ_{00} und BQV_r. Weitere Untersuchungen sind zweckmäßig.

Auf dem D2-Standort wurden während hydrologischer Mangelperioden im Mittel mit der *BQ*-Variante 86 mm Zusatzwasser gegenüber der *BE*-Variante und 72 mm im Vergleich zur *BQV*-Variante weniger beansprucht, d. h. aber auch, daß mit der *BQ*-Variante auf diesem Standort eine volle Wassereinsparung während der dargebotskritischen Zeit erzielt wurde. Gegenüber der *BE*-Variante benötigte die *BQV*-Variante im Mittel 5 mm weniger Zusatzwasser in der abflußschwachen Zeit. Bezogen auf die maximale Einsparung von 86 mm, ergab sich für die *BQV*-Variante eine Wasserreduktion von 6 Prozent. Läßt man die Fruchtarten Zuckerrüben und Wickroggen/Markstammkohl auf Grund ihres Hauptwasserbedarfs in der zweiten Sommerhälfte und wegen ihrer nur insgesamt dreijährigen Prüfung außer acht, so erhöht sich die Reduktion für die *BQV*-Variante auf 19 Prozent.

Im gesamten Untersuchungszeitraum 1974–1980 wurden von den *BQ*-Varianten im gewogenen Mittel durchschnittlich 25 dt GE/ha, von den Varianten *BE* und *BV* 29 dt GE/ha und von den *BQV*-Varianten 37 dt GE/ha Mehrerträge gegenüber der unberegneten Vergleichsvariante erzielt. Das entspricht absoluten Ertragssteigerungen von 32 Prozent, 38 Prozent bzw. 48 Prozent.

Bei den Futterpflanzen bestanden zwischen den ausschließlich abflußgesteuerten und den herkömmlichen Beregnungssteuerungsvarianten nur geringfügige Differenzierungen.

Der unter den gewählten Versuchsbedingungen auf diesem und anderen Prüfstandorten erzielte Mehrertrag bei relativ früher Beregnung sollte allgemein Anlaß sein, vergleichsweise früher mit der Beregnung zu beginnen, diesen Gesichtspunkt in aktuellen Beregnungsversuchen verstärkt zu berücksichtigen und bei Bestätigung gezielt in die Beregnungsberatung zu überführen.

Aus den im Vergleich zur EDV-gesteuerten Beregnungsvariante *BE* errechneten relativen Mehrerträgen der abflußgesteuerten Beregnung ergibt sich als Eignungsreihe der mehrjährig geprüften Fruchtarten am Standort die Folge

Feldgras > Grünhafer/Rotklee > Kartoffeln > Rotklee > Zuckerrüben.

Die nur einjährig geprüfte Getreideberegnung eignet sich ebenfalls gut für die Bewässerungssteuerung nach dem Abflußdargebot.

Hinsichtlich der Effektivität der Zusatzwasserausnutzung wurden im Mittel der Jahre 1974–1979 mit 0,21 dt GE/mm für die Varianten *BE* und *BQV* sowie mit 0,20 dt GE/mm für die Variante *BQ* fast identische Effektivitätskennziffern erzielt. In den Jahren 1979–1980 waren die Varianten *BE*, BQ_{00} und *BV* mit 0,19 bzw. 0,18 dt GE/mm fast gleich, dahinter folgten die Varianten BQ_0 und BQV_r mit jeweils 0,13 dt GE/mm. Die Fruchtarten zeigten artspezifisch einen differenzierten Grad der Wasserausnutzung.

Für die Bilanzierung der Beregnungswirkung auf die Grundwasserneubildung ist die beregnungsbedingte Erhöhung der Sickerwasserbildung von besonderer Bedeutung. Dieser Wert wird als Rückfluß, das Verhältnis zwischen eingesetzter Zusatzwassermenge und Rückfluß als Rückflußquote bezeichnet. Der Rückfluß berechnet sich aus der Differenz der unterirdischen Abflüsse zwischen beregneten und unberegneten Vergleichsmodellen. /2, 3/

Die mit Hilfe von Unterkrumenlysimetern gemessenen Sickerwassermengen und die daraus berechneten jährlichen Rückflüsse betrugen während der Periode 1974–1978 unter den Varianten *BQ* 50 mm, unter *BE* 77 mm und unter *BQV* 108 mm. Zwischen den Einzeljahren lagen überwiegend signifikante Differenzierungen vor. Auch im Untersuchungszeitraum 1979–1980 lag die

gleiche Grundtendenz geringerer Rückflüsse unter der Variante BQ_{00} vor.

Im gewogenen Mittel der Untersuchungsjahre 1974–1980 konnten Rückflußquoten für die *BQ*-Variante von 34 Prozent, für die *BE*-Variante von 46 Prozent und für die *BQV*-Variante von 49 Prozent errechnet werden. Im Sommerhalbjahr lagen die Rückflußquoten für die v. g. Varianten zwischen 21 Prozent und 23 Prozent.

Unter den einzelnen Fruchtarten traten differenzierte Rückflußquoten auf. Im Jahresverlauf wurden die Spitzenwerte unter den Hackfrüchten erreicht; es folgte das Feldgras. Die niedrigsten Rückflußquoten wurden unter den einjährigen Feldfutterpflanzen ermittelt. Im Sommerhalbjahr wichen die Zuckerrüben von dieser Reihenfolge ab und lagen im unteren Bereich. Der im Jahresverlauf spätere Beregnungseinsatz verschob offenbar einen höheren Anteil der Gesamtrückflüsse in das Winterhalbjahr. Die Tendenz geringerer Rückflußquoten unter den abflußgesteuerten Beregnungsvarianten blieb im Jahresverlauf bei allen Fruchtarten erhalten.

V1-Standort

Im Jahre 1980 wurde auf einem V1-Standort ein Produktionsexperiment durchgeführt, um die bis dahin vorliegenden theoretischen sowie aus Feld- und Lysimeterversuchen gewonnenen Kenntnisse über die abflußgesteuerte Bewässerung zu überprüfen (Tafel 5).

Die Einsatzsteuerung der abflußbezogenen Varianten erfolgte nach dem Dargebot der Ilm am lokalen Pegel Gräfinau-Angestedt. Auf Grund der meist ausreichenden natürlichen Niederschlagsversorgung im Untersuchungsjahr ergaben sich für die abflußgesteuerten Varianten im Zusatzwassereinsatz keine Unterschiede.

Mit den Bewässerungssteuerungsvarianten BQ_0 und BQV_T wurden auf einem V1-Standort unter Praxisbedingungen bei Welschem Weidelgras bei weitgehend normalen hydrologischen Verhältnissen zumindest gleiche Mehrerträge und annähernd gleiche Zusatzwasserausnutzungen wie mit der nach der EDV-Beregnungsberatung gesteuerten *BE*-Variante erzielt. Es trat kein signifikanter Ertragsabfall in den letzten Aufwüchsen bei den *BQ*-Varianten gegenüber der *BE*-Variante auf.

Außerdem konnte durch den Versuch folgender Nachweis erbracht werden: Unter Praxisbedingungen ist die Bestimmung der Einsatzperioden der *BQ*-Bewässerungsvarianten nach einem lokalen Gebietspegel möglich und sinnvoll. Die Eignung derartiger Pegel für die Steuerung der Beregnung nach dem Abflußdargebot wird durch den Vergleich mit den herkömmlichen Methoden nach der klimatischen Wasserbilanz und der auf mathematischen Modellen basierenden Vorausberechnung der Bodenfeuchte im Rahmen der EDV-Beregnungsberatung bestätigt (Bild 1).

Ökonomische Bewertung

Eine objektive ökonomische Bewertung der Beregnungssteuerung nach dem Abflußdargebot ist auf Grund der unentgeltlichen

Tafel 4 **Hauptergebnisse der Feldversuche über die abflußgesteuerte Bewässerung auf einem D2-Standort, 1974–1980**

Bewertungskriterium	Periode	Fruchtart	Beregnungsvarianten *BE*	*BQ*	*BQV*	*BV*	BQ_0	BQ_{00}	BQV_T
Zusatzwassermenge	1974–78	Feldgras	219	176	256	–	–	–	–
		Kartoffeln	177	126	180	–	–	–	–
		Rotklee	252	190	316	–	–	–	–
		Grünhafer/Rotklee	167	194	230	–	–	–	–
		Zuckerrüben	78	60	143	–	–	–	–
		Wickroggen/Markstammk.	52	53	95	–	–	–	–
		gew. x̄	178	147	220	–	–	–	–
	1979–80	Feldgras	140	–	–	125	193	146	169
		Kartoffeln	44	–	–	56	68	70	82
		Grünhafer/Rotklee	155	–	–	175	176	112	159
		W.Gerste/Zwfr.	80	–	–	46	115	111	120
		gew. x̄	100	–	–	97	136	109	130
			BQ/BE	*BQ/BQV*	*BQV/BE*				
Zusatzwassereinsparung während dargebotskritischer Perioden	1974–78	Feldgras	97	86	2				
		Kartoffeln	91	58	33				
		Rotklee	161	126	36				
		Grünhafer/Rotklee	52	48	4				
		Zuckerrüben	53	61	–32				
		Wickroggen/Markstammk.	0	0	–44				
		gew. x̄	86	72	5				
	1979–80	keine Dargebotsunterschreitung							
Mehrertrag (dt GE/ha)	1974–78	Feldgras	33	35	41	–	–	–	–
		Kartoffeln	38	29	30	–	–	–	–
		Rotklee	46	24	66	–	–	–	–
		Grünhafer/Rotklee	52	41	59	–	–	–	–
		Zuckerrüben	44	20	60	–	–	–	–
		Wickroggen/Markstammk.	–4	1	11	–	–	–	–
		gew. x̄	37	29	45	–	–	–	–
	1979–80	Feldgras	35	–	–	20	27	40	39
		Kartoffeln	3	–	–	3	3	–2	–3
		Grünhafer/Rotklee	41	–	–	54	41	45	20
		W.Gerste/Zwfr.	2	–	–	8	6	6	9
		gew. x̄	19	–	–	18	18	21	17
Zusatzwasserausnutzung (dt GE/ha)	1974–78	Feldgras	0,19	0,21	0,16	–	–	–	–
		Kartoffeln	0,20	0,24	0,17	–	–	–	–
		Rotklee	0,18	0,13	0,20	–	–	–	–
		Grünhafer/Rotklee	0,32	0,22	0,25	–	–	–	–
		Zuckerrüben	0,60	0,52	0,46	–	–	–	–
		Wickroggen/Markstammk.	0	0,02	0,12	–	–	–	–
		gew. x̄	0,21	0,20	0,21	–	–	–	–
	1979–80	Feldgras	0,25	–	–	0,16	0,14	0,27	0,23
		Kartoffeln	0,07	–	–	0,05	0,04	0	0
		Grünhafer/Rotklee	0,26	–	–	0,30	0,23	0,40	0,12
		W.Gerste/Zwfr.	0,03	–	–	0,17	0,05	0,05	0,08
		gew. x̄	0,19	–	–	0,18	0,13	0,19	0,13
Rückflußquoten (Jahreswerte, %, aus mehrjährig geprüften Fruchtarten)	1974–78	Feldgras	44	38	34	–	–	–	–
		Kartoffeln	62	44	94	–	–	–	–
		Rotklee	15	8	20	–	–	–	–
		Grünhafer/Rotklee	16	12	51	–	–	–	–
		Zuckerrüben	79	20	45	–	–	–	–
		gew. x̄	43	34	49	–	–	–	–
	1979–80	Feldgras	50	–	–	51	42	27	53
		Kartoffeln	127	–	–	98	81	28	74
		gew. x̄	57	–	–	54	53	40	62

Wasserbereitstellung für die Beregnung nur über eine volkswirtschaftliche Betrachtungsweise möglich. Denn durch die abflußgesteuerte Bewässerung wird — trotz eines wahrscheinlich noch eintretenden Mehrertrages — Wasser während dargebotskritischer Perioden eingespart. Dieses müßte bei einer Beregnungssteuerung entsprechend dem optimalen pflanzenphysiologisch bedingten Wasserbedarf infolge der unzureichenden Verfügbarkeit über Speicher oder in Form anderer wasserbaulicher Maßnahmen bereitgestellt werden.

Im folgenden wird auf der Grundlage der Ergebnisse des Hauptversuches zur abflußgesteuerten Bewässerung (D2-Standort) eine überschlägliche ökonomische Bewertung dieses Verfahrens vorgenommen. Bewertet wird anhand von Kalkulationen über die Einsparung von Speicherkosten durch Einsatz der abflußgesteuerten Bewässerung im Vergleich zur praxisüblichen vegetationsgesteuerten *BE*-Variante (Tafel 6).

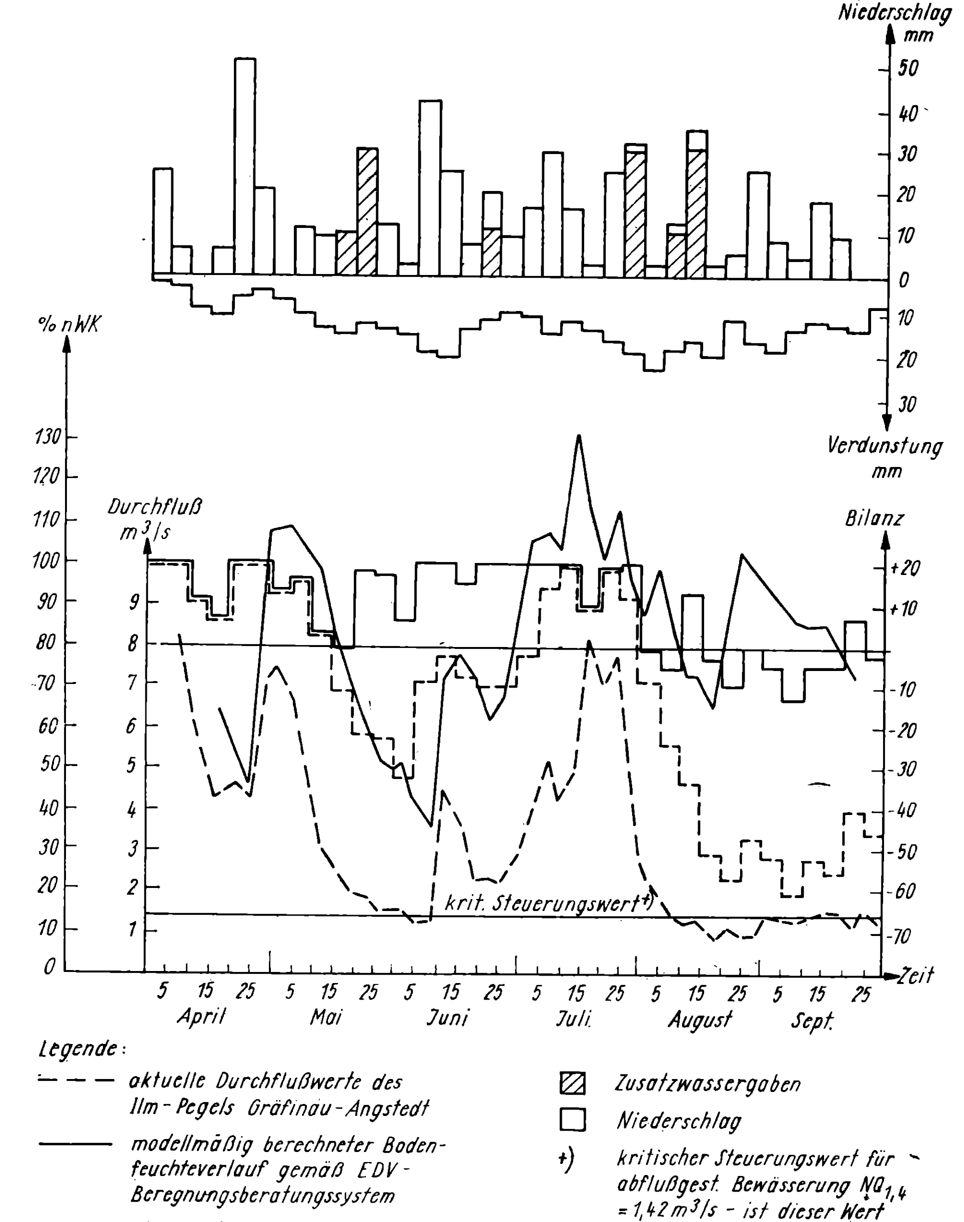
Mit der *BQ*-Variante wurden gegenüber der *BE*-Variante im Mittel der Untersuchungsperiode 1974—1978 = 86 mm Zusatzwasser während dargebotskritischer Perioden eingespart (vgl. Tafel 4). Diese Wassermenge müßte zur bedarfsgerechten Wasserversorgung der Pflanzen, wie sie bei der *BE*-Steuerung realisiert wird, für Neuanlagen der Bewässerung in der Regel über Speicher bereitgestellt werden; denn das im Vorfluter verfügbare Wasserdargebot steht auf Grund anderer volkswirtschaftlicher Nutzungsansprüche nicht mehr für Bewässerungszwecke zur Verfügung.

Unter den bereits in Tafel 1 und 2 dargelegten Versuchsbedingungen (Standort und Prüfzeitraum) lagen die Pflanzenerträge und damit die mehrproduktionsabhängigen Kosten bei der *BE*-Variante höher als bei der *BQ*-Variante. Bei letzterer würden aber keine Kosten für den Speicherbetrieb auftreten, so daß aus dem Beregnungsmehrertrag ein Gewinn erwirtschaftet werden könnte. Der aus dem Beregnungsmehrertrag erzielte Mehrerlös würde jedoch bei der *BE*-Variante nicht ausreichen, um die Kosten aus Speicherbetrieb und Mehrproduktion zu decken. Erst die Verringerung des Wassergebrauchs während hydrologischer Mangelperioden führt vornehmlich zur Senkung der Speicherbetriebskosten und damit zu Nutzeffektskoeffizienten > 1, d. h. Mehrerlös $\geqq \Sigma$ Kosten.

Geht man von der eingangs genannten Aufgabenstellung aus — Einsparung von 25 % Beregnungswasser während dargebotskritischer Perioden bei einer mittleren Zusatzwassermenge von 100 mm —, so ist nach den vorliegenden Untersuchungen durch die Steuerung der Beregnung nach dem Abflußdargebot auf dem D2-Standort ein höherer gesellschaftlicher Nutzeffekt von 156 M/ha (bzw. 6,25 M/mm) möglich.

Aus der ökonomischen Bewertung des Verfahrens der abflußgesteuerten Bewässerung ist jedoch zu schlußfolgern, die Methodik zur Beurteilung von Maßnahmen, an denen mehrere Volkswirtschaftszweige beteiligt sind, künftig zu qualifizieren, um eine aus volkswirtschaftlicher Sicht objektive Gesamtbewertung zu ermöglichen. Im engen Zusammenhang damit stehen auch Aussagen bzw. Untersuchungen über mögliche Substitutionen und Maßnahmen zur Sicherung der ungestörten Futterversorgung un-

Bild 1 Vergleich differenzierter Beregnungssteuerungs-Methoden am V1-Standort Berlstedt, 1980



Tafel 5 Hauptergebnisse des Produktionsexperiments über die abflußgesteuerte Bewässerung mit Welschem Weidelgras auf einem V1-Standort, 1980

Schnitte	Zusatzwassermenge (mm)			Mehrertrag (dt/ha)			Zusatzwasserausnutzung (dt/mm)		
	BQ_0	BE	BQV_r	BQ_0	BE	BQV_r	BQ_0	BE	BQV_r
1. Schnitt	40	10	40	30,0	29,6	24,7	0,75	2,96	0,62
2. Schnitt	10	10	10	16,8	3,5	22,6	1,60	0,36	2,26
3. Schnitt	70	70	70	22,5	20,2	18,5	0,32	0,29	0,26
$\bar{x}$	120	90	120	69,3	53,3	65,8	0,58	0,59	0,55

Tafel 6 Volkswirtschaftliche Nutzeffektsberechnung unter Berücksichtigung der zu speichernden Wassermengen während der Dargebotsmangelperioden für den D2-Versuchsstandort

Variante	Mehrerlös (M/ha)	Kosten aus: Mehrproduktion (M/ha)	Speicherbetrieb (M/ha)	Σ (M/ha)	Gewinn (M/ha)	Nutzeffektskoeffizient
a) *BQ*	1 200	793	—	793	407	1,51
b) *BE* (25 mm)*)	1 287	828	208	1 036	251	1,24
c) *BE* (50 mm)	1 374	863	416	1 279	95	1,07
d) *BE* (86 mm)	1 499	913	716	1 629	−130	0,92

*) ( ) — Wassergebrauch während der Mangelperioden

serer Nutzviehbestände. Hierbei ist davon auszugehen, daß die erforderlichen Erträge bei abflußgesteuerten Verfahren in einer bestimmten Häufigkeit (z. B. im Fünfjahresabstand) nicht realisiert werden können.

Ökonomisch ist zu entscheiden, ob es effektiver ist, die im angenommenen Fall für die Versorgung der Tierbestände benötigten Futtermittel durch

— vermehrte Wasserbereitstellung über Speicher und den voraussichtlichen hierdurch erzielten höheren Mehrertrag in diesen Trockenjahren zu sichern oder

— Schaffung entsprechender Futterreserven in normalen Jahren bei Einsatz von Konservatfutter und Konzentraten zu erreichen, d. h. in diesem Fall, nicht Wasserspeicher bauen, sondern Siloanlagen und Getreidespeicher.

Diese Konzeption steht auch nicht im Widerspruch zu neueren Vorstellungen von *Roth* und *Kachel*. /4/ Sie fordern in der Zusatzwasserbereitstellung für landwirtschaftliche Fruchtarten eine Versorgungssicherheit von 80 Prozent (Gemüse 95 Prozent). Auf der Grundlage ökonomischer Untersuchungen sind sie zu der Aussage gelangt, daß bei unzureichender Deckung des Zusatzwasserbedarfs in Beregnungsanlagen zumindest bei den mehrerlösintensiven Gemüsearten und Hackfrüchten eine hohe Versorgungssicherheit zu gewährleisten ist, damit die Effektivität der Beregnung trotz reduzierter Zusatzwasserversorgung der übrigen Fruchtarten nicht nachteilig beeinflußt wird. Gleichzeitig halten es die Autoren für zweckmäßig, unter den v. g. Bedingungen ebenso Teile der Futterflächen mit hoher Versorgungssicherheit zu beregnen, um die Grobfuttererzeugung zu stabilisieren.

Praxisüberführung

Es ist vorgesehen, in sozialistischer Gemeinschaftsarbeit zwischen land- und wasserwirtschaftlichen Einrichtungen die Grundprinzipien der abflußgesteuerten Beregnung in das EDV-Beregnungsberatungssystem der Landwirtschaft, speziell der gegenwärtig in Bearbeitung befindlichen 2. Generation des Informations- und Beratungssystems zur Beregnungssteuerung (IBSB-2), zu integrieren. Hierin wird sichergestellt, daß den Beregnungsbetrieben unter den Bedingungen begrenzter Wasserressourcen und besonders dargebotskritischer Perioden optimierte Empfehlungen zur Rang- und Reihenfolge der Beregnung gegeben werden. Erstmalig wird damit die Möglichkeit gegeben, bei der Einsatzsteuerung der Beregnung neben pflanzenphysiologischen, bodenkundlichen und klimatischen Faktoren auch die aktuell vorliegenden hydrologischen Bedingungen aktiv zu berücksichtigen.

Im folgenden wird eine theoretische Konzeption für die Integration von hydrologischen Daten in das EDV-Beregnungsberatungssystem vorgestellt. Dabei ist davon auszugehen, daß im Rahmen des IBSB-2 für jeden Beregnungsbetrieb der prognostische Wasserbedarf in m^3/d für die nächsten zehn Tage im voraus zu berechnen ist. Diese Informationen werden den zuständigen WWD für die Bilanzierung übergeben. Diese melden ihrerseits in kritischen Perioden die in der kommenden Dekade maximal entnehmbare Wassermenge für Einzugsgebiete (Teileinzugsgebiete) an die Beregnungssteuerzentrale (Rechner). Sollten keine wasserwirtschaftlichen Rückinformationen gegeben werden, wird volle Entnahmemöglichkeit (d. h. Wassereinsatz entsprechend dem pflanzenphysiologischen Bedarf) unterstellt. Ist auf Grund der aktuellen hydrologischen Situation eine Entnahmebeschränkung notwendig, wird im Rechner unter Berücksichtigung pflanzenbaulicher, technologischer, bodenhydrologischer sowie betriebs- und volkswirtschaftlicher Belange entschieden, mit welchen Gaben (entsprechend dem für Beregnungszwecke verfügbaren Wasserdargebot im speziellen Einzugsgebiet) welche Kulturen zu beregnen sind (Rang- und Reihenfolgeoptimierung). Liegt im Extremfall eine absolute Wasserentnahmebeschränkung vor, erscheint im Empfehlungsausdruck der Beregnung für alle Schläge — BEREGNUNG STOP.

Um diese Strategie im Bereich der Wasserwirtschaft umfassend durchzusetzen, sind Aussagen zur operativen Bilanzierung und Verteilung des aktuell verfügbaren Wasserdargebots nach Einzugsgebieten, einschließlich Speichern, erforderlich. Auch könnten erweiternd Aussagen für die Rang- und Reihenfolgeoptimierung der Beregnung unter Verwendung der von den Organen der Wasserwirtschaft ausgestellten Nutzungsgenehmigungen für Bewässerungswasser vorgegeben werden. Hierfür erscheint es zweckmäßig, diese Nutzungsgenehmigungen unter Verwendung verbindlicher Bemessungsrichtwerte einheitlich zu qualifizieren. Dafür sollte der Standard TGL 38 320 — Wirtschaftliche Wasserverwendung in der Landwirtschaft, Wasserbereitstellung und -bilanzierung für die Pflanzenproduktion — bzw. der jetzt vorliegende Entwurf vom März 1981 als Grundlage dienen. Eine mögliche Kontrolle der Einhaltung dieses Wertes durch die Landwirtschaftsbetriebe ermöglicht das ebenfalls operativ arbeitende Sekundärinformationssystem der EDV-Beregnungsberatung.

Die Einbeziehung von aktuellen hydrologischen Daten in das EDV-Beregnungsberatungssystem der Landwirtschaft stellt eine wichtige Aufgabe für die operative Wasserbewirtschaftung dar. Dies dient der umfassenden rationellen Wasserverwendung auf diesem wichtigen Gebiet der Agrowasserwirtschaft mit einem Wasserbedarf in Höhe des kommunalen Versorgungsanspruchs und von Verlustwerten in Höhe von 60 Prozent der gesamten Volkswirtschaft. Das IBSB-2 soll ab 1984 schrittweise unter Mitarbeit und für ausgewählte WWD und Landwirtschaftsbetriebe in die Praxis überführt werden. Über den genauen Modus der Integration von hydrologischen Informationen in das IBSB-2 bzw. die Erprobung in einem Einzugsgebiet wird zu gegebener Zeit berichtet werden.

Gedankt sei Herrn Dipl.-Ing. *Both* von der WWD Oder-Havel und Herrn Dr. *Wenkel* vom FZB Müncheberg für die Hinweise bezüglich der praktischen Möglichkeiten zur Integration von aktuellen hydrologischen Daten in das EDV-Beregnungsberatungssystem.

Literatur

/1/ *Kramer, D.; Schmaland, G.; Meißner, R.*: Die abflußgesteuerte Bewässerung (BQ-Bewässerung) — eine Möglichkeit zur dargebotsgerechten Nutzung der Wasserressourcen
WWT 30 (1980) 7, S. 235—238

/2/ *Kramer, D.; Meißner, R.; Taeger, H.*: Experimentelle Untersuchungen zur Bestimmung von Abflüssen und Rückflüssen der Beregnung in der Landwirtschaft
Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenkd., Berlin, 25 (1981) 11, S. 687—695

/3/ *Kramer, D.; Meißner, R.; Taeger, H.*: Abflüsse und Rückflüsse aus der Beregnung sowie Möglichkeiten ihrer wirtschaftlichen Nutzung
WWT 32 (1982) 5, S. 155—159

/4/ *Roth, D.; Kachel, K.*: Zur Höhe und Sicherheit der Wasserbereitstellung für die Beregnung
WWT 32 (1982) 11, S. 386—388

Beratung über engere RGW-Zusammenarbeit beim Umweltschutz

Zum Abschluß der zweitägigen 19. Tagung des RGW-Rates für Umweltschutz empfing der Stellvertreter des Vorsitzenden des Ministerrates der DDR und Minister für Umweltschutz und Wasserwirtschaft, Dr. Hans Reichelt, am Mittwoch in Neubrandenburg die Leiter der Delegationen aus den RGW-Ländern sowie der SFRJ zu einem Gespräch.

Die Gesprächspartner erörterten vor allem Aufgaben zur Vertiefung der wissenschaftlich-technischen Zusammenarbeit für eine effektive Lösung vielfältiger Vorhaben des Umweltschutzes. Dabei hoben sie die Ergebnisse der bisherigen zehnjährigen Tätigkeit des RGW-Rates hervor. Sie bilden eine gute Grundlage, um die neuen Aufgaben auch künftig zum gegenseitigen Nutzen erfolgreich zu meistern und die sozialistische ökonomische Integration auszubauen. Das bezieht sich insbesondere auf die Entwicklung von Verfahren zur Entschwefelung und von abproduktarmen Technologien in der chemischen Industrie, der Metallurgie, der Energie- und Wasserwirtschaft sowie auf die Vervollkommnung der Leitung und Planung. An der Realisierung solcher und weiterer Vorhaben sind rund 400 Forschungseinrichtungen der RGW-Länder beteiligt, die vom RGW-Rat für Umweltschutz koordiniert werden. Das Protokoll über die Tagung wurde ebenfalls am Mittwoch unterzeichnet. Die Delegationen der RGW-Mitgliedsländer billigten den Arbeitsplan des Rates für 1983/84, berieten über die Hauptrichtungen für die Zusammenarbeit im Zeitraum von 1986 bis 1990 und die Verlängerung des RGW-Abkommens zum Schutz der Natur. Danach wird sich die wissenschaftlich-technische Kooperation in Zukunft noch stärker auf solche Aufgaben konzentrieren, die die Arbeits- und Lebensbedingungen der Menschen verbessern.

Im Mittelpunkt der gemeinsamen Anstrengungen steht, die Naturressourcen rationell zu nutzen und wirksam zu schützen, abproduktarme Verfahren schnell einzuführen, Wertstoffe aus Abwasser und Abluft zurückzugewinnen und die Abprodukte volkswirtschaftlich zu verwerten.

Zum wirtschaftlichen Umgang mit Wasservorräten in der UdSSR

Beitrag von I. BORODAWTSCHENKO, Stellvertreter des Ministers für Melioration und Wasserwirtschaft der UdSSR;
I. LOSANOWSKAJA, Kandidat der chemischen Wissenschaften

Die bewässerten Flächen in der UdSSR sollen bis zum Jahre 1985 etwa 20,8 Mill. ha und im Jahre 1990 zwischen 23 und 25 Mill. ha erreichen.

Gegenwärtig werden 17,7 Mill. ha bewässert, und 13,7 Mill. ha sind entwässert. Das sind 11 Prozent der Fläche des Ackerlandes und der mehrjährigen Anpflanzungen. Aber gleichzeitig damit werden auf den meliorierten Ländereien 36 Prozent aller landwirtschaftlichen Erzeugnisse produziert. Daraus ist ersichtlich, daß die Effektivität der meliorierten Flächen hoch ist.

Die UdSSR ist reich an Wasserreserven, aber ihre Verteilung in zeitlicher und territorialer Hinsicht ist dergestalt, daß gerade sie in vielen Regionen zu einem jener grundlegenden Faktoren geworden ist, welche die wirtschaftliche Entwicklung und die Möglichkeit der Standortverteilung der Produktivkräfte bestimmen. Besonders in Trockenjahren werden von den Wasserwirtschaftlern keine geringen Anstrengungen verlangt, um den Bedarf bereits bestehender Betriebe und Objekte mit Wasser der erforderlichen Qualität voll abdecken zu können.

Die Frage nach der Erhöhung der nutzbaren Wasserressourcen steht heutzutage besonders in vielen Gebieten im Süden des Landes mit voller Schärfe. Gelöst werden kann sie auf dreierlei Art und Weise:

- Durch die Regulierung des Wasserabflusses der Flüsse,
- durch die territoriale Umverteilung der Wasservorräte,
- durch eine strengste Sparsamkeit beim Wasserverbrauch in allen Bereichen der Volkswirtschaft.

Dabei müssen die Hinweise von Partei und Regierung über die Verringerung der Einleitung von verschmutzten Abwässern in Gewässerobjekte im großen und ganzen nicht später als bis zum Jahre 1985 verwirklicht werden. Am rationellsten und am besten zu realisieren ist der dritte Weg, und zwar nicht nur deshalb, weil er den Anforderungen der Wirtschaft während der gegenwärtigen Etappe entspricht, sondern auch deswegen, weil er der schnellstmögliche Weg ist.

Bestimmte Erfolge konnten in dieser Richtung in der UdSSR bereits erreicht werden. Vorläufigen Angaben zufolge konnte die Entnahme von Frischwasser für die Zwecke der Industrie und der Landwirtschaft seit 1980 um 4 Prozent verringert werden, während sich die Umkehr-Wasserversorgung im gleichen Zeitraum um 7 Prozent erhöht hat. Der Umfang der in Gewässer abgeleiteten verschmutzten Abwässer wurde um 25 Prozent gesenkt, und die beim Wassertransport auftretenden Verluste gingen um 2 Prozent zurück.

Eine bedeutende Arbeit wurde auch auf dem Gebiet des Schutzes der Wasserressourcen geleistet. Während der letzten zehn Jahre wurden Wasserschutzmaßnahmen in 135 Städten und 1 045 Betrieben, die sich in den wichtigsten Meeres- und Flußbassins des Landes befinden, realisiert.

Eine wichtige Rolle bei der rationellen und wirtschaftlichen Nutzung des Wassers spielen die Organe der Gewässeraufsicht des Ministeriums für Melioration und Wasserwirtschaft der UdSSR. Sie sind mit großen Rechten — sowohl administrativen als auch ökonomischen Charakters — ausgestattet. So gehört beispielsweise die Erteilung von Genehmigungen für eine spezielle Wassernutzung zu ihren wichtigsten Obliegenheiten.

Bei der Prüfung der Anträge auf Erteilung solcher Genehmigungen müssen die Organe der Gewässeraufsicht darauf hinwirken, daß Maßnahmen zur Verringerung des Frischwasserverbrauchs durchgesetzt werden, und zwar hauptsächlich in folgenden Richtungen:

- Erhöhung der Umkehr- und der Mehrfach-Wassernutzung
- Übergang zu weniger wasseraufwendigen technologischen Prozessen
- Erreichung einer sorgfältigeren Reinigung der Abwässer.

Diese Arbeit muß spürbar verstärkt werden, dabei ist keinerlei formales Herangehen zu dulden. Gegenwärtig wird im Ministerium für Wasserwirtschaft der UdSSR sehr intensiv an der Fertigstellung einer Reihe von Normativdokumenten gearbeitet, mit deren Verwirklichung die Lage der Dinge auf diesem Leitungsgebiet wesentlich verbessert werden kann.

Von großer Bedeutung ist eine zweckmäßige Planung der Nutzung und des Schutzes der Gewässer. Die Einführung des speziellen Abschnittes „Schutz und rationelle Nutzung der Wasserressourcen" in den Volkswirtschaftsplan ist ein erster Schritt zur Vervollkommnung der zentralisierten Leitung dieses Zweiges. Nach der Übergabe ihrer diesbezüglichen Vorstellungen durch die einzelnen Ministerien an das Ministerium für Wasserwirtschaft der UdSSR ist dieses nun damit befaßt, aus den zweiglichen Planabschnitten Projekte dieser Abschnitte für das gesamte Land vorzubereiten.

Im vergangenen Jahr wurde durch die Regierung der Beschluß „Über die weitere Erhöhung der Rolle der Sowjets der Volksdeputierten im wirtschaftlichen Baugeschehen" gefaßt, in dem u. a. festgelegt ist, daß 50 Prozent der für in Anspruch genommenes Wasser zu zahlenden Mittel als Einnahmen den örtlichen Budgets zufließen werden. Den Betrieben und Organisationen wurde vorgeschrieben, daß sie die Entwürfe ihrer Jahres- und Fünfjahrespläne zum Naturschutz vor deren Übergabe an die übergeordneten Dienststellen den örtlichen Sowjets der Volksdeputierten zur Kenntnisnahme vorzulegen haben. Mit diesem Beschluß erweitern sich nicht nur die finanziellen Möglichkeiten der örtlichen Sowjets, sondern er trägt auch zur Erhöhung der Effektivität der Nutzung der Wasserressourcen sowie zur Verstärkung ihres Schutzes gegen Verschmutzung bei.

Eine wesentliche Einsparung von Wasser kann durch die Einführung von progressiven Wasserverbrauchsnormen im Bewässerungsackerbau erreicht werden. Gegenwärtig übersteigt der spezifische Wasserverbrauch für diese Ziele den Haupt-Aufwandsteil der Wasserbilanz — die summarische Verdunstung. Deshalb bieten die Ausarbeitung und die Einführung von wissenschaftlich begründeten Wasser-Aufwandsnormen ebenso wie auch von fortgeschrittenen Bewässerungsverfahren der Landwirtschaft die Möglichkeit, bedeutende Wassermengen einzusparen.

Einer der Wege zur Senkung des Frischwasserverbrauchs besteht für die Landwirtschaft darin, daß zur Bewässerung mehr als bisher Abfluß- und Dränagewasser aus Irrigationssystemen, Abwässer aus der Tierproduktion sowie Abwässer aus einigen Industriezweigen (Zuckerindustrie, Stärkefabriken usw.) eingesetzt werden. Dazu zählen auch kommunale Abwässer.

Die Verwertung der Abwässer bedeutet nicht nur Einsparung von Frischwasser; das ist auch ein Weg zur Schaffung einer stabilen Futtergrundlage und eine wichtige Maßnahme zum Schutz der Wasserressourcen gegen Verschmutzung.

Für 1983 ist vorgesehen, die meliorierten Flächen weiter auszudehnen. Es werden weitere 677 000 ha neu bewässert und 715 000 ha entwässert. Besondere Aufmerksamkeit wird der Nutzung der bereits bestehenden Systeme geschenkt. Sie müssen einen größeren Nutzen bringen, dafür ist ihre technische Neuausrüstung auf einer Fläche von 940 000 ha vorgesehen.

wwt

Tagungen

Jubiläumstagung des Fachverbandes Wasserchemie

Die Jahrestagung 1982 des Fachverbandes Wasserchemie der Chemischen Gesellschaft der DDR, der nunmehr seit 25 Jahren besteht, fand vom 20. bis 22. Oktober mit internationaler Beteiligung in Weimar statt. Zu Beginn der Veranstaltung würdigte Prof. Dr. Dr. *Bittrich* das Wirken des Fachverbandes. Von den Grußadressen seien besonders die des Ministeriums für Umweltschutz und Wasserwirtschaft, vorgetragen vom Stellvertreter des Ministers, Dr. *Clausnitzer*, und die des Präsidenten der Kammer der Technik, Prof. Dr. *Schubert*, genannt. Weitere Glückwünsche übermittelten Vertreter befreundeter wissenschaftlicher Gesellschaften und Hochschulen aus dem Inland sowie ausländische Kooperationspartner.

Die auf der Veranstaltung behandelten Themenkomplexe befaßten sich mit der Verfahrenschemie der Wasserbehandlung, der Wasseranalytik und der Limnochemie. Die Themenkomplexe wurden mit repräsentativen Plenarvorträgen eingeleitet.

Der erste Plenarvortrag (*M. Schubert* „Wasserchemie und Stoffwirtschaft“ — siehe Seiten 174—176 in diesem Heft) demonstrierte, welche Forderungen bei einer interdisziplinären Zusammenarbeit von Wasserchemikern, Wasserwirtschaftlern, Verfahrenstechnikern und anderen gesellschaftswissenschaftlichen, naturwissenschaftlichen und ingenieurtechnischen Disziplinen entstehen.

Der erste Vortragskomplex zur Verfahrenschemie der Wasserbehandlung gliederte sich in drei Schwerpunkte:

- Stoffkreislaufführung und Wertstoffrückgewinnung in der Galvanikindustrie
- Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung durch Flockung
- Elimination von Schadstoffen durch Adsorbenzien bei der Trinkwasseraufbereitung.

Zum ersten Schwerpunkt gab *R. Kümmel* eine Übersicht der Metallrückgewinnungsmethoden und ging auf die Vor- und Nachteile der einzelnen Verfahren ein (Fällung und Flockung, Adsorption, Ionenaustausch, elektrochemische Abscheidung, Extraktion, Abtrennung durch Membranen). Über Untersuchungen zur Wasserkreislaufführung durch Einsatz von Ionenaustauschern, zur Rückgewinnung von Zink und Nickel sowie zur Regenerierung von Phosphorsäurebeizlösungen berichtete *K. Fischwasser*, der auch auf die Möglichkeiten der Leistungssteigerung geschädigter Anionenaustauscher hinwies. Durch den Einsatz von Festbettelektroden läßt sich die Metallrückgewinnung mit der Zyanidoxydation koppeln (*H. Grothkopp*).

Die Beiträge zur Wasserbehandlung durch Flockung stammten von *Bernhardt, Wricke* und *Hanso*. Letzterer zeigte in einem Übersichtsreferat die Möglichkeiten und Grenzen bei der Anwendung der bekannten Metallsalze auf und ging auf Flockungsmittel ein, die die Nachteile der Metallsalze mehr oder weniger zu kompensieren vermögen bzw. nicht aufweisen. Bei der Behandlung von organisch stark belasteten Oberflächenwässern und Uferfiltraten lassen sich mit Kalkhydrat unter bestimmten Bedingungen annähernd die gleichen Effekte erzielen wie mit Metallsalzen, und die Anwendung von Schlammkontaktanlagen gewährleistet einen großen Volumenstrom (B. Wricke — siehe WWT 3 (1983), S. 86—89). Die klassische Flockungsbehandlung des Hauptzuflusses der Wahnbachtalsperre (BRD) mit Eisen(III)-salz und einem kationischen Polymer sowie die anschließende energieeintragsgesteuerte Flockungsfiltration (Dreischichtfilter) senken den Gesamt-P-Gehalt des Zulaufs auf mindestens 5 µg/l. Dadurch wird die Nutzung der Talsperre für die Trinkwassergewinnung außerordentlich verbessert (*H. Bernhardt*).

Über eine großtechnische Erprobung eines Aktivkohlefilters (Hydraffin 71) zur Aufbereitung eines Grundwassers berichtet *W. Huhn*. Eine signifikante Leistungsabnahme trat erst nach einer Laufzeit von sieben Monaten ein. Nach der thermischen Regenerierung der Kohle wies diese ein nahezu unverändertes Adsorptionsvermögen auf. In bestimmten Fällen ist Aktivkohle, bei deren Regenerierung Masseverluste von mehr als 20 Prozent auftreten können, durch Adsorberpolymere (EP-Wofatite) ersetzbar (*H.-J. Walther*). Durch Grundlagenuntersuchungen wurde u. a. die Abhängigkeit des Polymeradsorptionsvermögens von der Ionogenität der Testinhaltstoffe ermittelt. Weitere Untersuchungen über die Regenerierbarkeit von Adsorberpolymeren sind erforderlich.

Den Abschluß des ersten Vortragskomplexes bildete das Referat „Ultrareines Wasser — Begriff, Bedeutung und Darstellung“ (*R. Hellmig*). Durch Variation und Kombination der Stufen Filtration — Umkehrosmose — Ionenaustausch — Entkeimung — Mikrofiltration lassen sich im technischen Maßstab die den verschiedenen Nutzern gerecht werdenden Wasserqualitäten erzielen.

Im zweiten Vortragskomplex wurde ein gebührender Platz der Wasseranalytik eingeräumt. *K.-H. Quentin* gab einen Überblick über den Stand neuer und überarbeiteter wasseranalytischer Methoden und deren Überführung in Standards der BRD. Schwerpunkt seiner Ausführungen war die Bestimmung und Bewertung organischer Spurenstoffe, u. a. mittels Gruppenparametern, wie z. B. organisch gebundenes Chlor, spezifischer Absorptionskoeffizient und ein Kriterium für die komplexierenden Eigenschaften organischer Wasserinhaltstoffe gegenüber Schwermetallen.

R. Koch diskutierte Möglichkeiten der Prognostizierung ökotoxikologisch relevanter Stoffparameter mit Hilfe strukturchemischer Stoffgrößen. Beispiele der Korrelation des Parachor, der Elektronenpolarisierbarkeit, des Molvolumens, der Zahl der Valenzelektronen und der magnetischen Suszeptibilität mit Stoffverteilungs- und Toxizitätsparametern wurden vorgestellt. Über erste Untersuchungsergebnisse zur Entwicklung einer einfachen Methode zur Serienbestimmung des CSV-Cr berichtete *J. Hannes*.

R. Thiem nahm zu einigen aktuellen Fragen automatisch arbeitender Meßstationen Stellung und erläuterte am Beispiel der Bestimmung von Gesamt-Härte und Chlorid eine potentiometrische Folgetitration am Taktanalysator TA 10.

P. Lischke legte die Ergebnisse gelchromatografischer Untersuchungen zur Molmassenverteilung der organischen Inhaltstoffe des Prager Trinkwassers dar. Vergleiche zu entsprechenden CSV-Werten und zur UV-Absorption wurden gezogen.

Auf die Bedeutung und die Interpretation des Gruppenparameters „Organisch gebundenes Chlor“ ging *L. Neupert* ein, der anhand erster Ergebnisse eine einfache Methode zur summarischen Bestimmung extrahierbarer chlororganischer Verbindungen vorstellte. Von *D. Lienig* wurde ein Screening-System auf Grundlage der Dünnschichtchromatografie vorgeschlagen, mit dem 16 Pesticide aus den Verbindungsklassen der Triazine, Harnstoff-Herbicide, Phenoxykarbonsäuren, chlororganischen und phosphororganischen Insektizide aus Wasser isoliert und identifiziert werden können. Der Vortrag von *U. Behrens* befaßte sich mit der Bedeutung und Durchführung der Messung von Enzymaktivitäten in der Wasseranalytik. *R. Dölle* diskutierte die Möglichkeiten ungerechtfertigter Abwassergeldforderungen durch Mehrfacherfassung von Abwasserinhaltstoffen auf Grund der gesetzlich festgelegten Güteparameter. *A. Rericha* empfahl für die Bestimmung von Metallspuren in Wasser die Extraktion und Photometrie mit Liganden des α-Amino-Methyl-Oxin-Typs.

Der letzte Themenkomplex bezog sich auf den Stoffhaushalt der Gewässer. Eingeleitet wurde der Komplex von *J.-G. Kohl,* der eine Übersicht zum biogenen Import und Export von Stickstoff in eutrophen Flachseen gab, besonders zur N-Fixation durch Zyanophyceen und ihrer Regulation auf den Ebenen der Zelle, der Population und des Ökosystems.

Auf Untersuchungen zur Denitrifikation an mineralischen Sedimenten der Darß-Zingster Boddenkette ging *G. Schlungbaum* ein. Die Versuche basierten auf in-situ-Messungen unter verschiedenen Bedingungen und sollten über diese wichtige Komponente des biogenen N-Umsatzes tiefergehende Erkenntnisse bringen.

R. Bauer berichtete über allochthone Stoffzufuhr und ihre mögliche Steuerung durch jahreszeitliche Manipulation des Durchflusses in einem eutrophen Flachsee. Diese Maßnahme läßt eine Verringerung des Nährstoffimports erwarten, über deren Erfolg ein mehrjähriges Großexperiment entscheiden soll. Probleme der biologischen Selbstreinigung und ihrer Mechanismen wurden von *K. Mädler* am Beispiel eines sehr stark belasteten Fließgewässers dargestellt, wobei Atmungsmessungen wichtiger Konsumentengruppen Einblicke in den Energiefluß durch die Nahrungskette als wesentlicher Basis des Selbstreinigungsmechanismus geben.

Das von *R. Fischer* vorgestellte mathematische Modell zur Komplexbildung von Metallen in wäßriger Lösung soll unter anderem zum besseren Verständnis des Migrationsverhaltens von Metallionen im Grundwasser beitragen. Die praktische Bedeutung derartiger Untersuchungen konnte an ersten Erfahrungen beim Betrieb einer Freiland-Testanlage zur unterirdischen Enteisenung nachgewiesen werden.

Die anthropogene Belastung der Gewässer mit Einzelsubstanzen wurde an den Beispielen der halogenierten Kohlenwasserstoffe in verschiedenen Gewässern *(R. Koch)* und der Schwermetallgehalte im Sediment eines Fließgewässers *(E. Dörfler)* behandelt. Während für einige Halogenkohlenwasserstoffe in den letzten Jahren abnehmende oder gleichbleibende Konzentrationen zu beobachten waren, ist für andere eine entgegengesetzte Tendenz festzustellen. Insgesamt bedarf es noch einer gründlicheren Überwachung dieser mit einem Gesundheitsrisiko verbundenen Stoffgruppe in den Gewässern. Die vergleichende Untersuchung an Sedimentkernen eines Fließgewässers ergab eine erhebliche Schwermetallanreicherung in rezenten Sedimenten, wobei die Anreicherungsfaktoren — bezogen auf den gebietsspezifischen „Null"horizont in 50 bis 80 cm Tiefe — zwischen 2 und 100 liegen und in der Reihenfolge Mn — Pb — Cu — Zn — (Cd) — Hg zunehmen.

Insgesamt bot die Jubiläumstagung eine repräsentative Übersicht der Bedeutung der Arbeit des Fachverbandes Wasserchemie in wissenschaftlicher und volkswirtschaftlicher Hinsicht.

H.-J. Walther

Wasserchemie und Stoffwirtschaft

Prof. Dr.-Ing. habil. M. SCHUBERT; Prof. Dr. rer. nat. habil. J. KAEDING
Beitrag aus der Technischen Universität Dresden, Sektion Verarbeitungs- und Verfahrenstechnik

Hauptaufgabe der wassergütewirtschaftlichen Arbeit ist, der Bevölkerung gesundheitlich unbedenkliches Trinkwasser zur Verfügung zu stellen, der Industrie Betriebswasser ohne den Produktionsprozeß störende sowie der Landwirtschaft Bewässerungswasser ohne die Pflanze nachteilig beeinflussende Stoffe bereitzustellen.

Bild 1 zeigt ein mögliches Schema eines Wasserbewirtschaftungssystems mit seinen Auswirkungen auf den Vorfluter.

In entwickelten Industrieländern und besonders in der DDR sind die Wasserressourcen begrenzt, daher muß das Wasser sinnvoll genutzt werden. Dies verlangt seinen effektiven Einsatz. So wurde in der Vergangenheit die Abwasserbehandlung vorrangig unter dem Gesichtspunkt der „vorflutergerechten Beschaffenheit" betrieben, um nachteilige Auswirkungen auf die Gewässerbeschaffenheit zu vermeiden und die unmittelbare Nutzung des Gewässers, wie für Erholungszwecke, für die Schiffahrt sowie für unterliegende Wassernutzungen — Gemeinden, Industrie und Landwirtschaft — zu sichern. Hieraus resultiert eine Erhöhung der Umschlagzahl, wobei meist nur der Stoff „Wasser" mehrfach genutzt wurde.

Die Forderung nach einer rationellen Wassernutzung, die die Einführung von betrieblichen Wasserkreisläufen unter Einschaltung von Stoffrückgewinnungsanlagen einschließt, hat in den letzten Jahren verstärkte Beachtung erfahren. Sie entspricht damit den Festlegungen des X. Parteitages der SED „zur Schaffung geschlossener Stoffkreisläufe" und auch der Definition für „abfallfreie Technologie", die 1976 sowohl vom RGW als auch innerhalb der ECE der UNO (Europäische Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen) bestätigt wurde: „Die abfallfreie (abproduktfreie) Technologie ist die praktische Anwendung von Wissen, Methoden und Mitteln, um im Rahmen der menschlichen Bedürfnisse die rationellste Nutzung der Naturressourcen und Energien zum Schutz der Umwelt zu gewährleisten." /1/

Des weiteren ist neben dem direkt abproduktarmen oder -freien Verfahren an sich auch das „Recycling" (Rückführung) in die Betrachtung einzuschließen, weil dadurch oft erst eine bessere Lösung ermöglicht wird. Dabei darf das Recycling nicht auf das jeweilige Produktionsverfahren begrenzt werden, das „Kreislaufdenken" muß über Betriebs-, Kombinats- und Industriezweiggrenzen hinausgehen.

Unter der Forderung, geschlossene Stoffkreisläufe zu schaffen, sollte also eine nach ökonomischen Prinzipien in Abhängigkeit vom erreichten wissenschaftlich-technischen Stand und sowohl stofflicher als auch energetischer Gesichtspunkte anzuwendende Auswahl erfolgen zwischen

— der direkt abproduktarmen bzw. -freien Verfahrensgestaltung einschließlich des Recycling innerhalb der technologischen Linie und

— der indirekt abproduktarmen bzw. -freien Verfahrensgestaltung unterteilt in

Recycling innerhalb der Produktionssphäre

Recycling einschließlich der Konsumtionssphäre (Bild 2).

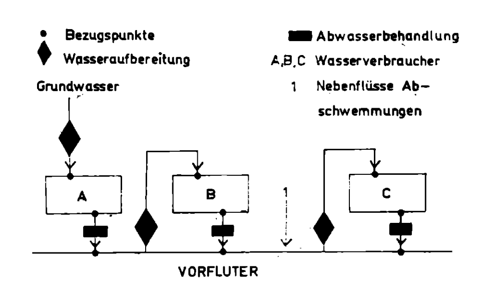
Auf die Wasserwirtschaft bezogen, besteht also folgende Forderung: Aus dem begrenzten Wasserdargebot einerseits und der Rohstoffsituation andererseits ist eine Reihe von Folgerungen für die wassergütewirtschaftliche Arbeit abzuleiten. Komplexe Betrachtungen unter stoffwirtschaftlichen Gesichtspunkten sollten für künftige Maßnahmen die entscheidende Basis sein. Hierzu gehören:

— der Stoff Wasser selbst und sein physikalischer Zustand,

— die im Wasser enthaltenen Inhaltstoffe und die Möglichkeiten ihrer Wandlung und Nutzung,

— energetische Fakten, die sich aus Inhaltstoffen und physikalischem Zustand ergeben,

— Aspekte des Umweltschutzes, die bei vielen Nutzern aus einer nicht ausgereiften Stoffwirtschaft resultieren.



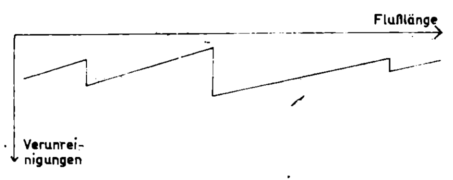


Bild 1 Schema eines Wasserbewirtschaftungssystems mit Vorfluterauswirkungen

Eine komplexe Betrachtung der Wassernutzung unter stoffwirtschaftlichen Gesichtspunkten sollte dabei in andere Stoffflüsse des Territoriums eingebunden werden. Bestandteil langfristiger Aufgaben muß es künftig sein, die aus der Behandlung verfahrenstechnischer Systeme gewonnenen Erkenntnisse auf die Weiterentwicklung bestehender — z. B. bei der territorialen Rationalisierung — oder erst recht auf die Errichtung neuer territorialer Komplexe — z. B. bei der Errichtung neuer Stadtteile mit kommunalen und betrieblichen Einrichtungen — zu übertragen. Dabei soll besonders die Verbreitung guter Beispiele für energetische Verflechtungen zur Nutzung von Anfallwärme oder das Verwenden kommunaler Abwässer für industrielle Zwecke zugunsten der Trinkwasserbereitstellung erwähnt werden. Eine derart komplexe Betrachtungsweise führt bei Realisierung entsprechender Maßnahmen der Wasserbewirtschaftung zur besseren Gewässerbeschaffenheit und damit zu einer Vereinfachung der Wasseraufbereitung bei den Nutzern. Nicht verkannt werden darf, daß in einem umfassenden Wasserbewirtschaftungssystem immer eine Reihe von nur grob abschätzbaren Größen stofflicher Natur vorhanden ist, die sich aus dem Stoffeintrag aus der Atmosphäre — überwiegend durch die Niederschläge — und durch Abschwemmungen vom Boden ergeben.

Insgesamt gesehen basiert „der volkswirtschaftliche Reproduktionsprozeß auf einem wechselseitigen Stoff- und Energieaustausch zwischen Gesellschaft und Umwelt. Es ist deshalb bedenklich, wenn nur die Aneignung von Substanzen und Energien bewertet wird und nicht die Aufwendungen zur schadlosen Beseitigung der Abprodukte". /2/ Prinzipiell ergeben sich bisher zwei Wege, die für die Bewertung von technologischen Verfahren zur Verfügung stehen: erstens eine Effektivitätsberechnung auf der Grundlage einer Analyse von Aufwand und Nutzen, zweitens eine Verfahrensbewertung mit Hilfe von Kennziffern, die in geeigneter Weise bestimmt und aufbereitet werden und die Grundlage für einen Verfahrensvergleich sein sollten.

Voraussetzung ist in beiden Fällen eine vollständige, lückenlose Bilanzierung der zur Auswahl stehenden Verfahren sowie eine Analyse ihrer technologischen, ökonomischen, ökologischen bzw. soziologischen Wirkungen auf die Umwelt. Für eine derartige Effektivitätsberechnung beim Übergang von einem traditionellen zu einem neuen — z. B. abproduktarmen — Verfahren ist eine Gegenüberstellung des durch Einführung abproduktarmer bzw. -freier Technologie erzielten Effekts mit dem zusätzlichen Aufwand durch höhere Investitionen, Lohnkosten usw. notwendig. Dieses Herangehen ist prinzipiell auch auf wasserwirtschaftliche Aufgabenstellungen anwendbar.

Für jeden ist erkennbar, daß die derzeitigen Berechnungen von Aufwand und Nutzen noch wesentlich, z. B. bezüglich des Wertes rückgewinnbarer Stoffe und der Entlastung der Umwelt, vom dargestellten Herangehen abweichen.

Einen anderen Weg zur Bewertung von Verfahren geht eine internationale Arbeitsgruppe der ECE der UNO, die unter Führung der DDR im Laufe der vergangenen zwei Jahre ein Handbuch „Abproduktarme/ -freie Technologie" erarbeitet hat. Dieses Handbuch besteht aus drei Kapiteln. Nach der Behandlung der Anwendung systemanalytischer Methoden zur Analyse und Bilanzierung technologischer Verfahren im ersten Kapitel (erarbeitet durch die DDR) wird im zweiten Kapitel (erarbeitet durch die Ungarische VR) eine Methode zur Verfahrensbewertung mit Hilfe von Kennziffern beschrieben. Im dritten Kapitel des Handbuches wird die Anwendbarkeit der Methode an Beispielen demonstriert.

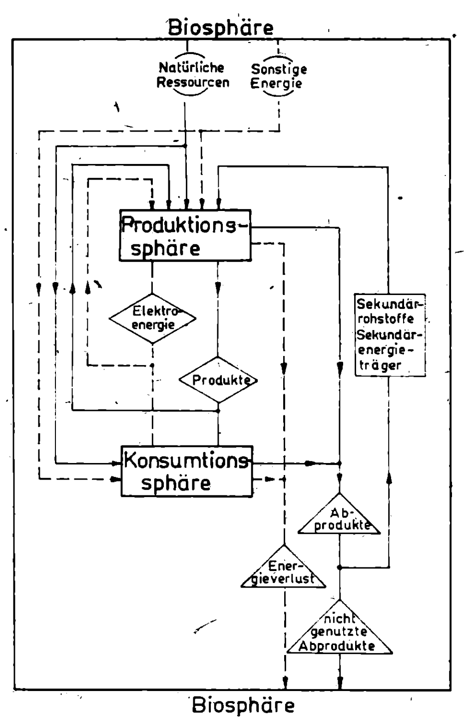


Bild 2 Stoff- und Energieströme zwischen Biosphäre, Produktionssphäre und Konsumtionssphäre
——— Bilanzierbare Stoffströme, charakterisiert durch stoffliche Zusammensetzung und spezifischen Energieinhalt
— — — Nicht mit einem Stoffstrom bilanzierbare Energieströme

Das Bewertungsverfahren geht von insgesamt 46 möglichen technologischen, ökologischen, ökonomischen und soziologischen Kennziffern aus. Für den jeweils betrachteten Fall wird diskutiert, welche dieser Kenziffern bestimmbar sind bzw. für welche die erforderlichen Angaben fehlen und welche keine Aussage liefern. Die Bedeutung der ausgewählten Kennziffern wird durch ein interdisziplinäres Expertenkollektiv gewichtet. Die Aussagekraft und die Richtigkeit der Wichtung durch die Experten sind abhängig von der statistischen Sicherheit dieser Wichtung. Vorurteile, Vorbehalte und andere subjektive Einflüsse dürfen sich auf die Wichtung der Kennziffern nicht auswirken. Am Ende der Analyse kann durch Berechnung definierter Präferenzindikatoren und Disqualifikanzindikatoren entschieden werden, welches der betrachteten Verfahren zu bevorzugen und welches abzulehnen ist. Wir sind der Überzeugung, daß auch dieses Verfahren für wassergütewirtschaftliche bzw. wasserwirtschaftliche Aufgabenstellungen zukünftig von Bedeutung sein wird.

Wichtig für das Vorankommen bei einer komplexen Betrachtung der Wassernutzung und der stoffwirtschaftlichen Gesichtspunkte ist auch die stärkere technische Nutzung neuartiger bzw. gegenwärtig kaum angewandter Wirkprinzipien. Als Beispiel soll dazu kurz die Membrantrenntechnik erwähnt werden, deren Einführung auf der Basis der in der DDR hergestellten Membranen im Gang ist. Weil zur Trennung einer Lösung in diesem Falle keine Phasenumwandlung notwendig ist, hat dieses Wirkprinzip energiewirtschaftliche Vorteile gegenüber thermischen Trennverfahren mit gleichem oder vergleichbarem Prozeßziel (Trocknung, Eindampfung, Destillation u. ä.).

Unter Beachtung ökonomischer Gesichtspunkte ist es jedoch beim gegenwärtigen Entwicklungsstand erforderlich, die Membranfiltration vorrangig in solchen Fällen einzusetzen, die die rentable Rückgewinnung eines Werkstoffs bzw. den Ersatz eines energieintensiven Prozesses garantieren. Darüber hinaus wird die Membrantrennung für die besonders komplizierte Herstellung von Wasser hoher Reinheit in Kombination mit anderen Grundoperationen bzw. -prozessen eingesetzt.

Um der Forderung nach rationeller Nutzung von Material und Energie nachzukommen, ist neben der direkten Gewinnung von Stoff und Energie aus Abwässern die richtige, d. h. unter Beachtung aller Einflußgrößen ökonomische Entscheidung zwischen stofflicher und/oder energetischer Nutzung von großer Bedeutung. Mögliche Varianten der unmittelbaren Energiegewinnung aus Abwässern, die teilweise — besonders in der chemischen Industrie — bereits praktiziert werden, sind:

— direkte Gewinnung thermischer Energie auf physikalischem Wege (Kühlwasser, Heißkühlung, Wärmeübertrager, Wärmepumpen)
— direkte Gewinnung thermischer Energie auf der Basis von für Inhaltsstoffe (Verbrennung organischer Stoffe, Naßoxydation), die für derartige Umsetzungen geeignet sind
— Umwandlung von Abwasserinhaltstoffen in neue Stoffe mit einem chemisch-energetisch höheren Potential und deren Nutzung (Faulgasgewinnung, Verbrennung, Pyrolyse).

Zur direkten Energiegewinnung gehören z. B. die Untersuchungen zu Wärmepumpen. Eine komplexe stoff- und energiewirtschaftliche Betrachtung am Beispiel des kommunalen Abwassers, das ja noch nicht direkt wiederverwendet wird, zeigt folgende Möglichkeiten:

1. Abwasser als Wertstoff
— Bioschlamm als Rohstoff für chemische Synthesen
— Rückgewinnung bzw. Ausnutzung von Nährstoffen, besonders Phosphor
— Verwendung der organischen Trockensubstanz zur Bodenverbesserung
2. direkte Energiegewinnung
— aus dem Ablauf der Kläranlage durch eine Wärmepumpe
— der beim biochemischen Stoffumsatz freiwerdenden thermischen Energie (derzeit problematisch, könnte bei Fermentationsprozessen eventuell in Betracht gezogen werden)

Energieeinsparung auf der Kläranlage durch
- verbesserte Belüftungssysteme beim Belebungsverfahren
- Verzicht der aeroben zugunsten der anaeroben Behandlung

4. Stoffwandlung zur Gewinnung neuer Energieträger
- Ausfaulung von Gewässern und Bioschlämmen unter Methangewinnung
- Naßoxydation von Bioschlämmen
- Verbrennung bzw. Pyrolyse von Bioschlämmen.

Neben der Bereitstellung immer umfassenderer Daten über die Abwässer (durch die Wasserchemie), die Erforschung und den Einsatz neuartiger Bakterienstämme (durch die Hydrobiologie) ist auch die Erforschung neuer Wirkprinzipien bzw. deren technische Anwendung voranzutreiben. So wird beispielsweise in der verfahrenstechnischen Literatur /3/ ein Abwasserreinigungsverfahren in der Wirbelschicht vorgestellt und diskutiert. Hierbei gelangt sauerstoffgesättigtes Abwasser mit Hilfe einer Düse in eine Wirbelschicht. Die Behandlung in der Wirbelschicht — im dargelegten Fall verwirbelter Sand als Träger des biologischen Rasens — hat einen intensiven Stoffaustausch zur Folge, das bedeutet letztlich eine ansehnliche Volumenverminderung des Reaktors. Nach der Literatur scheint dies ein sehr effektives Verfahren zur Abwasserreinigung (CSB-Abbau und/oder Nitrifikation bzw. Denitrifikation des Abwassers) zu sein.

Um geschlossene Stoffkreisläufe allseitig herauszubilden und umfassend durchzusetzen, ist es vor allem wichtig, die naturwissenschaftlichen und ingenieurtechnischen Kader in ihrer Ausbildung entsprechend vorzubereiten. Wir sind überzeugt, daß wir in Verbindung mit den gegenwärtig gültigen Studienplänen dazu eine gute Grundlage haben und daß auch die Möglichkeit besteht, entsprechend den Notwendigkeiten sehr differenziert zu lehren. Alle Ingenieure und Naturwissenschaftler, und das halten wir für den wichtigsten Teil in der Lehre, müssen in den Vorlesungen des Fachstudiums mit den notwendigen Grundlagen vertraut gemacht werden. Darüber hinaus ist eine verstärkte Ausbildung, besonders für die Verfahrenstechniker und andere in der Stoffwirtschaft tätige Ingenieure, durchzuführen. In der Sektion Verarbeitungs- und Verfahrenstechnik geschieht dies durch eine Lehrveranstaltung „Umweltschutztechnik" für die Sektion bzw. zusätzlich im Rahmen einer ingenieurtechnischen Vertiefung für einen Teil der Studenten der Fachrichtung „Verfahrenstechnik". In dieser Vertiefungsrichtung werden besonders interdisziplinäre Gesichtspunkte bei der Gestaltung des Lehrplans berücksichtigt.

Für besonders wichtig halten wir auch das Zusammenwirken der staatlichen und gesellschaftlichen Kräfte zur Durchsetzung unserer Aufgaben. Wir sind der Meinung, daß in der DDR die notwendige enge Zusammenarbeit zwischen dem Ministerium für Umweltschutz und Wasserwirtschaft, den Industriezweigministerien und dem Präsidium der Kammer der Technik seit Jahren sehr gut praktiziert wird. Damit wird gesichert, daß alle effektiven Vorschläge und Empfehlungen über staatliche Weisungen realisiert werden. Außerdem erreichen wir über die Mitwirkung der gesellschaftlichen Organisationen, besonders auch der Kammer der Technik, daß die notwendige Breitenarbeit und die nach wie vor erforderliche ideologische Arbeit zur Einführung abproduktarmer und -freier Technologien zum Schließen der Stoffkreisläufe erfolgt.

Einen wichtigen Beitrag erbringt auch die sozialistische Arbeitsteilung zwischen den Ländern des RGW. Dazu kann festgestellt werden, daß entsprechend dem damaligen Stand der wissenschaftlich-technischen Arbeit und den konkreten Festlegungen des Ministeriums für Umweltschutz und Wasserwirtschaft in Übereinstimmung mit den Industriezweigministerien schon 1976 das erste Symposium des RGW überhaupt zum Thema abproduktarme bzw. -freie Technologie in der DDR in Dresden stattfand. 1981 wurde im Rahmen eines gemeinsamen vom RGW und von den Ingenieurorganisationen sozialistischer Länder organisierten Symposiums in Sofia Bericht über das in fünf Jahren Geschaffene gegeben. Weitere Festlegungen erfolgten dabei für die künftige Arbeit.

Abschließend soll noch auf die hohe politische Bedeutung der Aufgabenstellung im Sinne der Friedenspolitik der sozialistischen Länder hingewiesen werden. Betrachtet man die Bedingungen zur Umsetzung abproduktarmer und abproduktfreier Technologien auch für die Reinhaltung des Wassers und der Umwelt, so bietet die sozialistische Gesellschaftsordnung mit großen Produktionseinheiten in Verbindung mit der Rückführung und dem Austausch von Abprodukten in der sozialistischen Planwirtschaft sehr gute Voraussetzungen, um diese Ziele durchzusetzen. Die DDR war und ist an der Durchsetzung abproduktarmer und -freier Technologien von Anfang an maßgeblich beteiligt und hat die entsprechenden Arbeiten bei der ECE unterstützt. Einen Höhepunkt der internationalen Bemühungen stellte die Umweltschutzkonferenz 1979 in Genf dar. Diese Konferenz war eine der Maßnahmen, die in Helsinki beschlossen wurden.

Auch auf dem 1. Weltkongreß für Ingenieurwesen und Umwelt im November 1981 in Buenos Aires konnte durch die führende Mitwirkung z. B. der Sowjetunion und der DDR zum Themenkomplex „Nicht verunreinigende Technologien" bewiesen werden, daß „die rationelle Nutzung der Naturressourcen und Energien und der Schutz der Umwelt zur Befriedigung der menschlichen Bedürfnisse", wie es in der Definition heißt, oberstes Gebot für die Arbeit unter sozialistischen Gesellschaftsbedingungen ist.

Literatur

/1/ Autorenkollektiv: Non-Waste Technology and Production, Materialien des ECE-Seminars 1976, Pergamon-Press for United Nations, S. XIII

/2/ *Harnisch, B.; Kutzschbauch, K.*: Wechselbeziehungen zwischen Nutzung der natürlichen Umweltbedingungen und der gesellschaftlichen Arbeitsproduktivität, Technik 33 (1978), Berlin, S. 42

/3/ *Becker, K.-P.*: Das Oxitron-System, ein neues biologisches Abwasserreinigungs-Verfahren für den BSB_5-Abbau sowie zur Nitrifikation und Denitrifikation, Chemieingenieurtechnik 51 (1979), Weinheim, BRD, S. 549



Information

Zusammenarbeit mit der Sowjetunion in der Wasserwirtschaft

Bei der Verwirklichung des zwischen der DDR und der UdSSR abgeschlossenen Regierungsabkommens vom Dezember 1977 über die Zusammenarbeit bei der Abwasserreinigung in Großstädten und Industrieobjekten gibt es gute Ergebnisse. In der DDR sind fünf und in der UdSSR neun Ministerien an der Realisierung dieses Abkommens beteiligt. Bisher wurden effektive Lösungen für moderne Verfahren zur Abwasserbehandlung und für den Bau von Kläranlagen erreicht. Bei der neuen Kläranlage Berlin-Nord — sie wurde von sowjetischen Spezialisten projektiert — ermöglicht zum Beispiel eine moderne Technologie zur Schlammbehandlung ein bedeutend besseres Verhältnis von Aufwand und Ergebnis und die weitgehende Beseitigung körperlich schwerer Tätigkeit. Im Klärwerk Berlin-Münchehofe wird mit neuen sowjetischen Ausrüstungen und verschiedenen Einsatzstoffen eine Versuchsanlage zur Schlammentwässerung installiert. Zur Entwicklung und Produktion von Meß- und Automatisierungstechnik für die Abwasserbehandlung besteht ein gemeinsames Programm für den Zeitraum 1982 bis 1985. Derzeit wird in der DDR und in der UdSSR eine Reihe von Geräten bereits in Serie hergestellt. Weitere werden gegenwärtig arbeitsteilig entwickelt.

Wissenschaftler des Instituts für Wasserwirtschaft Berlin, der Wasserwirtschaftsdirektion Saale—Werra und des Unionsinstituts für Gewässerschutz Charkow erarbeiten beispielsweise gemeinsam Methoden zur mathematischen Modellierung des Selbstreinigungsvermögens von Flüssen. Auf dieser Grundlage gelang es, Steuerungssysteme zu schaffen, die einen rationelleren Einsatz von Wasser ermöglichen. Dadurch konnten erhebliche Investitionsmittel eingespart werden.

Während des Planjahrfünfts 1976 bis 1980 gelang es der Industrie unseres Landes erstmals, die um nahezu ein Drittel gewachsene industrielle Warenproduktion mit der gleichen Wassermenge wie im Jahrfünft vorher zu sichern. Dieses Ergebnis beruht auf der Nutzung in der UdSSR gesammelter Erfahrungen durch viele Betriebe. Das gilt vor allem für die Erarbeitung und Anwendung von wissenschaftlich begründeten Normen für den Wasserverbrauch in der Produktion, die Schaffung innerbetrieblicher geschlossener Wasserkreisläufe sowie für die Rückgewinnung von Wertstoffen aus Abwässern der Industrie. *ADN*

Zur Bemessung der Sickerstrecke am Brunnen

Prof. Dr. sc. agr. G. WERTZ
Beitrag aus der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Meliorationswesen und Pflanzenproduktion, WB Hydromelioration

Zum Nachweis der Wasserspiegelanlage, besonders in Brunnennähe, und zur Darstellung richtiger Sachverhalte ist die Kenntnis über Größe und Wirkung der Sickerstrecke S_i notwendig. Diese Sickerstrecke S_i ist, allgemein ausgedrückt, eine Unstetigkeit U in der Wasserspiegellinie und entsteht bei Vergrößerung der Durchlässigkeit in Fließrichtung in einer bestimmten Größe am Ort der Durchlässigkeitsänderung.

Im allgemeinen kann eine solche Unstetigkeit U aus folgender Beziehung bestimmt werden:

$$U = \frac{\dot{V}}{\pi k_f} \ln \frac{1}{n_0}$$

Für den vollkommenen Brunnen ergibt sich daraus bei stationären Bedingungen für S_i am äußeren Rand des Filters (Bild 1)

$$S_i = (U_1) = \sqrt{\frac{\dot{V}}{\pi k_f} \ln \frac{1}{n_0} + h^2_{ro}} - h_{ro} \quad (1)$$

Verfolgt man die Richtung brunneneinwärts, so sind zwei weitere Sickerstrecken (Bild 1 U_2, U_3) erkennbar. Ihr notwendig werdender Nachweis ist aus den örtlichen Bedingungen nachzuweisen. Die Wasserspiegellinie ist nun aus folgender Bedingung bestimmbar (Bild 1):

$$Z_{ri} = \sqrt{\frac{\dot{V}}{\pi k_f} \ln \frac{ri}{n_0 r_o} + h^2_{ro}} \quad (2)$$

$$Z_{ro} = \sqrt{\frac{\dot{V}}{\pi k_f} \ln \frac{1}{n_0} + h^2_{ro}}$$

Ähnliche Bemessungsformen sind von *Schestakow*

$$S_i = \sqrt{\left(0{,}73 \lg \frac{\sqrt{\dot{V}/k_f}}{r_o} + 0{,}51\right) \frac{Q}{k_f} + h^2_{ro}} - h_{ro} \quad (3)$$

und von *Halek/Svec*

$$S_i = \sqrt{\frac{\dot{V}}{\pi k_f} \ln + \frac{\varrho}{r_o} + h^2_{ro}} - h_{ro} \quad (4)$$

Alle anderen Angaben zur Sickerstrecke, die aus der Literatur bekannt sind, weichen von der in den Gln. (1), (3), (4) vorgestellten Form ab und entsprechen dadurch wenig dem Sachverhalt.

Wenn man für $\frac{ro}{\varrho_0} = n_0$ setzt, geht die Beziehung (4) in die Beziehung (1) über. In einer allgemeinen Form ist die Wasserspiegellinie am vollkommenen Brunnen unter Berücksichtigung von Filterungen und Kolmationen an entsprechenden Orten bestimmbar (bei Übergängen von größeren zu kleineren k_f-Werten in Fließrichtung ist für $n_0 = 1$ zu setzen):

$$h_1^2 - h_2^2 = \frac{\dot{V}}{\pi} \ln \prod_{1}^{n} \left(\frac{r_i \cdot n_{0i}^{-1}}{r_{i+1}}\right)^{k_f^{-1} i} \quad (5)$$

Die Situation an horizontalen Wasserfassungen ist aus Bild 2 erkennbar. Auch hier entstehen Sickerstrecken, deren Anwendungen mit den oben gemachten Überlegungen zu bestimmen sind.

Symbole; Zeichen

U	Unstetigkeit
n_{0i}; n_0	dränbares Porenvolumen
Q	Wassermenge, Volumenstrom
k_f	Durchlässigkeit
$h_{1,2}$; h_{ro}	Ordinatenabschnitte
r_i; r_{oeff}	Radien
S_i	Sickerstrecke
ϱ_0	Abstand (Radius) des Tangentenberührungspunktes der Dupuit-Linie unter dem Winkel I = $\frac{\pi}{4}$ von der Brunnenachse

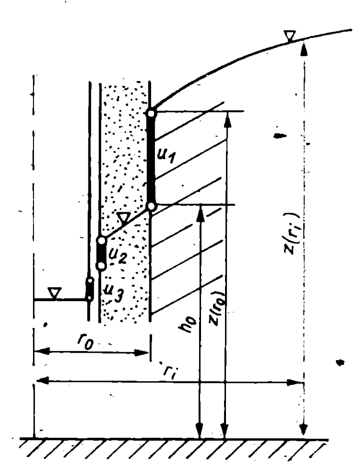
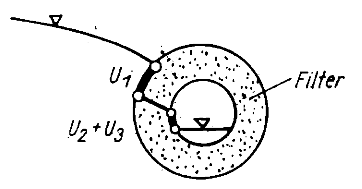


Bild 1 Gliederung der Unstetigkeit U_i

Bild 2 Unstetigkeit U an horizontalen Wasserfassungen



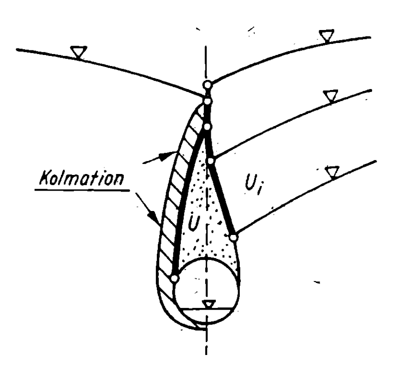
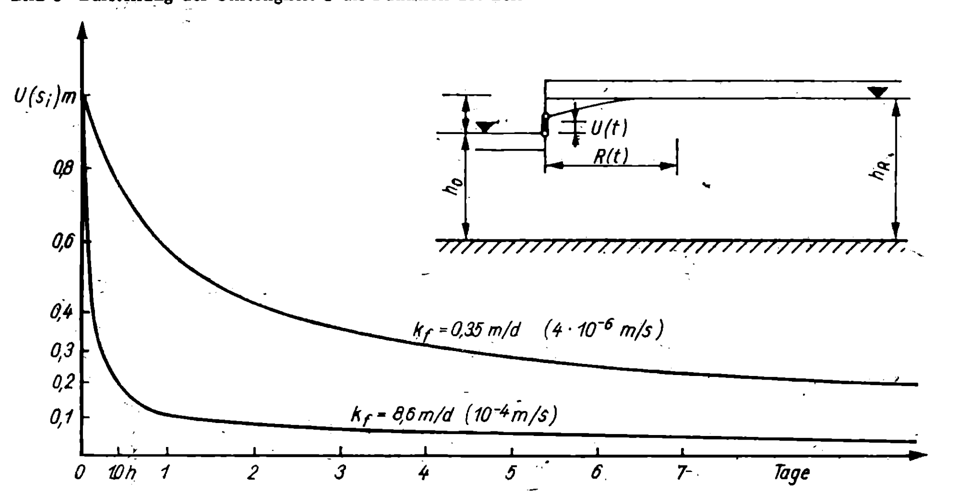


Bild 3 Darstellung der Unstetigkeit U als Funktion der Zeit



In allen Fällen wurde deutlich, daß die Sickerstrecke am Brunnen, am Drän und an anderen Stellen des vom Grundwasser durchflossenen Raums mit dem effektiven Radius einer Wasseraufnahmeeinrichtung identisch ist.

In Bild 3 ist die zeitliche Entwicklung der Sickerstrecke S_i bei unterschiedlichen Durchlässigkeiten und einfachen Bedingungen dargestellt. Die Speicherfreiheit der Berechnungsmethode läßt die Anwendung für nichtstationäre Bedingungen ebenfalls zu.

Zusammenfassung

Es wird eine Bemessungsmethode für die Sickerstrecke vorgeschlagen. Sie ist für vertikale und horizontale Lage der Wasserfassungen anwendbar. Durch die Speicherfreiheit des Ausdrucks für S_i ist eine Anwendung für nichtstationäre Bedingungen gegeben.

Literatur

Kittner, H.; Starke, W.; Wissel, D.: Wasserversorgung, VEB Verlag für Bauwesen, Berlin 1975
Halek, V.; Svec, J.: Groundwater Hydraulics, Academia, Prague 1979
Busch, K. F.; Luckner, L.: Geohydraulik, VEB Dt. Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig 1973
Wertz, G.: Bedeutung und Bestimmung der Unstetigkeiten der Wasserspiegellinie, Vortrag Kolloq. 27. 4. 81, Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Meliorationswesen und Pflanzenproduktion, WB Hydromelioration
Wertz, G.: Die Bestimmung des Dränabstandes unter Berücksichtigung des drännahen Raumes, Archiv f. Acker- und Pflanzenbau u. Bodenkunde 6/79
Wertz, G.: Zur Bemessung der Sickerstrecke am Entwässerungsbrunnen, Rostocker Agrarwiss. Berichte Heft 5/79

Botuk, B. O.

Nomogramm für die Berechnung von Kanalisationsnetzen (russ.)

Aus: *„Vodosnabzenie i sanitarnaja technika"* Moskau (1982) H. 7, S. 18 bis 19, 1 Abb.

Es wird ein Nomogramm für die Berechnung von Kanalisationsnetzen mit rundem Querschnitt vorgestellt, das unter Verwendung der Tabellen von *Fedorov* und *Volkov* am Bauinstitut von Odessa entwickelt und den Studenten zur Verfügung gestellt wurde. Das Nomogramm berücksichtigte in der ersten Fassung Durchsatzmengen von 6 bis 800 l/s bei einem Gefälle von 0,001 bis 0,02 und einem Rohrdurchmesser von 200, 250, 300, 350, 400, 500, 600, 700 und 800 mm. Aufgrund von Anforderungen aus Projektierungseinrichtungen wurde eine Erweiterung bis zu einem Durchmesser von 1 600 mm und einem Durchsatz von 2 500 l/s vorgenommen. *Bartel*



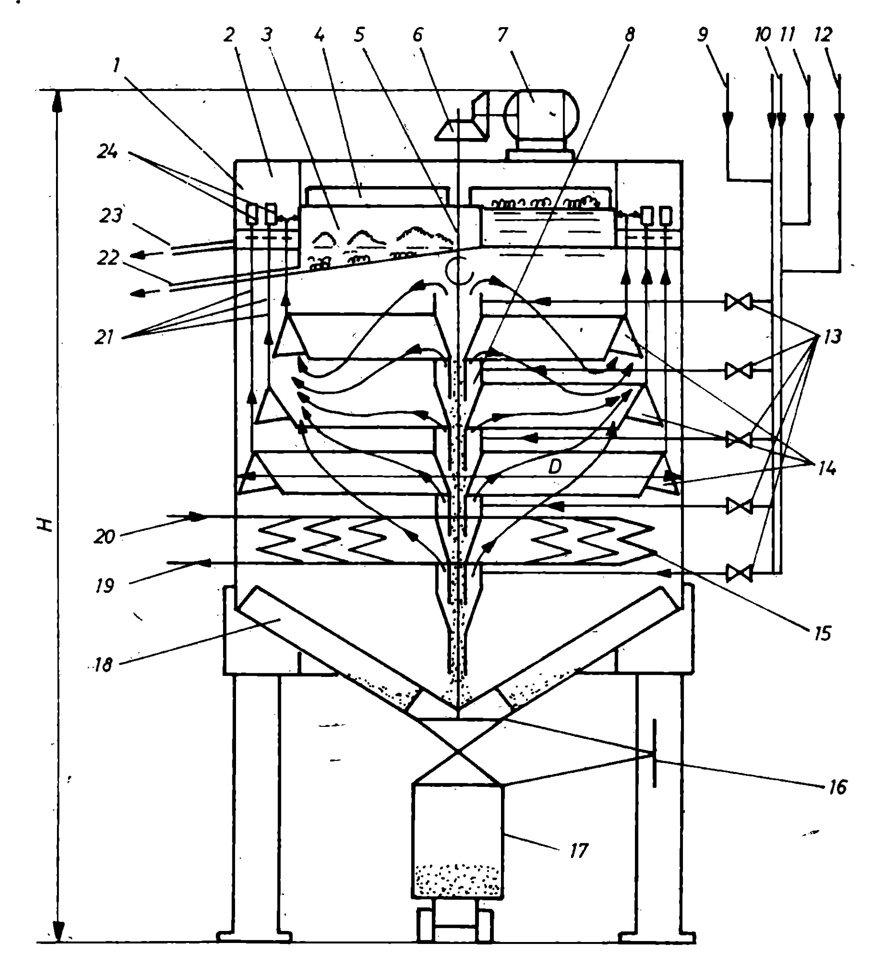
Zur Reinigung von Produktionsabwässern in einem Reaktor-Klärbecken (UdSSR)

Die Reaktor-Kläranlage ist für die Reinigung von Wasser durch Absetzen und Flotation vorgesehen. Zur Intensivierung der Ableitung der Aufschwemmung und von Erdölbestandteilen ist auf der Höhe der Achse des Apparates eine Vorrichtung in Form von Trichtern angebracht. Die Sammlung des geklärten Wassers erfolgt mit Hilfe von umgedrehten Rinnen, die sich an den diametral entgegengesetzten Seiten zu den o. a. Trichtern befinden und mit Wasserableitungsrohren versehen sind.

Das Gehäuse des Reaktors (siehe Bild) besteht aus Metall und ist wärmeisoliert. Das durch Erdölbestandteile oder mechanische Beimengungen verschmutzte Wasser gelangt durch das Rohr 10 über Regulierungsschieber 13 tangential in die Trichter der Vorrichtung 8, wobei es gleichmäßig über die gesamte Höhe des Apparates verteilt wird. In den Trichtern erfolgt — im Ergebnis der Einwirkung von Zentrifugalkraft — eine Abtrennung der Erdölbestandteile und der mechanischen Beimengungen aus dem Wasser. Diese ausgefällten Substanzen und Inhaltstoffe werden an den Innenwänden der Trichter zusammengedrängt, fließen zäh an diesen nach unten und setzen sich in dem Container 17 ab. Sobald der Container gefüllt ist, wird der Schieber 16 geschlossen, und der gefüllte Container wird durch einen leeren ersetzt. Die Erdölbestandteile sammeln sich im oberen Teil der Trichter der Vorrichtung 8, koaleszieren und schwimmen leicht an die Oberfläche. Die oberen Kratzer 4 befördern sie dann in die Radialrinne 3. Nachdem fließen sie durch das Rohr 22 in einen Sammelbehälter ab. Durch den Elektromotor 7 werden die Kratzer (oben 4 und unten 18) über die Antriebswelle 5 und den Druckminderer 6 in Bewegung gebracht und in Bewegung gehalten.

Wenn die Notwendigkeit besteht, eine Koagulation vorzunehmen, werden in das Rohr 10 für die Zuführung des verschmutzten Wassers über das Rohr 9 der Koagulant und über das Rohr 11 der Flockulant (Ausflocksubstanz) zugeführt. Das zu reinigende Wasser bewegt sich aus der Wasser-Verteilungsvorrichtung 8 radial zu den Rinnen der Vorrichtung 14 zur Sammlung des geklärten Wassers. Dabei vollzieht sich die Abscheidung der Verschmutzungen infolge

Bild 1 Schema des Reaktor-Absetzbeckens



Verringerung der Fließgeschwindigkeit des Wassers.

Das gereinigte Wasser kann von mehreren Ebenen, die durch Rinnen der Vorrichtung 14 fixiert sind, abgezogen werden. Sie werden in den Arbeitsprozeß eingeschaltet, indem man die Verschlußpfropfen 24 aus den oberen Öffnungen der Wasserhubrohre 21 entfernt. Diese sind in den Sammelkästen 2 über dem möglichen Spiegel des geklärten Wassers abgeleitet. Das gereinigte Wasser wird über das Rohr 23 abgeführt. Die Wasserhubrohre 21 sind gleichmäßig über die Oberfläche der Rinnen der Vorrichtung 14 und des Sammelkastens verteilt. Dadurch wird eine gleichmäßige Bewegung des Wassers gesichert — sowohl nach dem Querschnitt, als auch nach der Höhe des Reaktor-Klärbeckens.

Zur Verstärkung des Reinigungseffektes wird ein Teil des gereinigten Wassers mit Luft gesättigt und zur Rezirkulation durch das Rohr 12 geleitet, wobei die Flotation der Verschmutzungen aus dem Wasser gewährleistet wird. Falls notwendig, wird das Wasser durch Dampf, der über das Rohr 20 in den Rohrschlangen-Vorwärmer 15 eingeleitet wird, angewärmt. Das Kondensat wird über das Rohr 19 ausgeführt.

Die Konstruktion und die technische Dokumentation für die Reaktor-Kläranlage wurden am Allunions-Forschungsinstitut des Eisenbahntransports und am Moskauer Projektierungsinstitut des Transportwesens für zwei Typenabmessungen erarbeitet.

Der Reaktor-Klärbehälter wird nach dem Sandfang zur Zwischenreinigung des Spülwassers oder der Waschlösungen in Umkehrsystemen montiert. Zweckmäßig ist auch seine Anwendung für die Entwässerung von Erdölschlammpülpe vor deren Zuleitung zur thermischen Entseuchung. Im Reaktor-Klärbehälter wird das Wasser gleichzeitig mit seiner Reinigung belüftet, wodurch sein Faulen im Umkehrsystem verhindert wird.

Andere Vorzüge des Apparates sind: die Möglichkeit, ihn auf der Erdoberfläche aufzustellen, eine geringere Abhängigkeit des Reinigungseffektes von den Belastungsschwankungen, Vereinigung des Prozesses der Reagensbearbeitung und der Abwasserreinigung in ein und derselben Anlage sowie eine unkomplizierte Konstruktion, die eine Herstellung des Apparates mit betriebseigenen Kräften ermöglicht.

Der jährliche Nutzen des Einsatzes eines Reaktor-Klärbehälters anstelle eines Ölabscheiders mit gleicher Leistungsfähigkeit beläuft sich auf 500 Rubel je Anlage.

Zur Illustration soll der Einsatz eines Reaktor-Klärbehälters im System der Umlaufwasserreinigung bei der Außen-Gebrauchswaschung des Waggonparkes auf einer Freifläche des Kaliningrader Eisenbahnknotenpunktes der Pribaltischen Eisenbahn untersucht werden. Der Verbrauch an Umlaufwasser je Zug (bestehend aus zehn Waggons) beläuft sich hier auf etwa 21 m³/h. Außerdem gelangt die beim abschließenden Abspülen der Waggons während ihrer Ausfahrt aus der Waschmaschine anfallende Wassermenge (1,0 m³/h) in das Umlauf-Waschsystem. Für die Bearbeitung von 30 Zügen/d müssen durch die Pumpe 660 m³/d herangeführt werden. Unter Berücksichtigung einer 20prozentigen Rezirkulation des Wassers im Reaktor-Klärbehälter

Tafel 1 **Technische Charakteristik des Reaktor-Klärbeckens**

Parameter	Fassungsvermögen 50 m³	Fassungsvermögen 100 m³
Stundenleistung (m³)	20 bis 50	50 bis 100
Dauer der Bearbeitung des Wassers (h)	1 bis 2	1 bis 2
Fassungsvermögen des mobilen Containers (m³)	1	1
Abmessungen (m):		
Durchmesser „D"	3,6	5,0
Höhe „H"	10,0	10,0
Ungefähre Anschaffungskosten (Tausend Rubel)	14,8	19,7

beläuft sich der rechnerische Wasserverbrauch Q auf 33 m³/h. Installiert sind zwei Reaktoren-Absetzbecken (einer davon in Reserve) mit einem Fassungsvermögen $V = 50\ m^3$. Die Verweildauer des Wassers (h) beträgt

$$\frac{V}{Q} = \frac{50}{33} = 1{,}5\ .$$

Die Durchlaufgeschwindigkeit des Wassers in den Wasserhubröhren (mm/s) errechnet sich wie folgt:

$$V_1 = \frac{Q \cdot 1000}{n \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot 3600} = \frac{33 \cdot 1000}{45 \cdot \frac{\pi \cdot (0{,}05)^2}{4} \cdot 3600} = 100\ .$$

Dabei bedeuten:
Q — rechnerischer Wasserverbrauch (m³/h)
n — Anzahl der Wasserhubröhren (Stück)
d — Durchmesser der Röhren (m).

Der Koagulat-Verbrauch (technisches Aluminiumsulfat) in kg/d errechnet sich wie folgt:

$$g_K = \frac{Q_d \cdot K}{1000 \cdot 0{,}14} = \frac{660 \cdot 50}{1000 \cdot 0{,}14} = 250\ .$$

Dabei bedeuten:
Q_d — tägliche Wasserzuführung (m³/d)
K — Koagulatgabe (g/m³)
0,14 — Anteil der Substanz am Warenprodukt.

Die Berechnung des Flockulantenverbrauchs (Polyakrylamid):

$$g_f = \frac{Q_d \cdot f}{1000 \cdot 0{,}08} = \frac{660 \cdot 5}{1000 \cdot 0{,}08} = 40\ kg/d\ (2000\ kg/a)\ .$$

Dabei bedeuten:
f — Gabe des Flockulanten (g/m³)
0,08 — Anteil der Substanz am Warenprodukt.

Das zu reinigende Wasser wird in den Vorwärmern der Waschanlage auf 80 bis 90 °C erhitzt. Bei einer solchen Temperatur erfolgt eine Entseuchung des Umlaufwassers. Bei der Vorwärmung des Wassers im Reaktor-Klarbehälter mit dem Ziel, den Reinigungseffekt des Abwassers zu erhöhen, tritt folgender Dampfverbrauch auf:

$$D = \frac{P \cdot (t_2 - t_1)}{i - i_K} \frac{27{,}5 \cdot (60 - 45)}{(640 - 70)} = 0{,}8\ t/h\ .$$

Dabei bedeuten:
P — Verbrauch an Spülwasser, ohne Rezirkulationswasser (m³/h)
t_2 — errechnete Temperatur des vorgewärmten Wassers (°C)
t_1 — Temperatur des abgearbeiteten Wassers (°C)
i — rechnerisch ermittelter Wärmegehalt des Vorwärmdampfes (kcal/kg)
i_K — Wärmegehalt des Kondensats (kcal/kg).

Die Menge des sich bildenden Niederschlages ist folgende:

$$O_c = \frac{0{,}15 \cdot Q_d \cdot 0{,}6}{0{,}2} = \frac{0{,}15 \cdot 660 \cdot 0{,}6}{0{,}2} = 300\ kg/d\ .$$

Dabei bedeuten:
0,15 — rechnerisch ermittelte Konzentration an schwebenden Teilchen im Wasser (kg/m³)
Q_d — tägliche Wasserzuführung (m³/d)
0,6 — Anteil der abgefangenen Inhaltstoffe
0,2 — Anteil der festen Phase am Niederschlag (80% Wasser).

Die Menge der aufschwimmenden entwässerten Erdölbestandteile errechnet sich wie folgt:

$$NP = \frac{0{,}05 \cdot Q_d \cdot 0{,}7}{0{,}7} = \frac{0{,}05 \cdot 660 \cdot 0{,}7}{0{,}1} = 230\ kg/d\ .$$

Dabei bedeuten:
0,05 — rechnerisch ermittelte Konzentration von Erdölprodukten im abgearbeiteten Wasser (kg/m³)
0,7 — Anteil der ausgeschwemmten Erdölprodukte
0,1 — Anteil des Erdöls an der ausgeschwemmten Schicht (90% Wasser).

Die erforderliche Menge an Spülwasser für die Waggons (in ihm beträgt die Menge der schwebenden Teilchen nicht mehr als 75 mg/l, der Anteil an Erdölprodukten entsprechend nicht mehr als 20 mg/l) wird durch den Reaktor-Absetzbehälter zur Verfügung gestellt. Die Anforderungen, die an das Umlaufwasser der Betriebe des Eisenbahntransports gestellt werden müssen, wurden mit dem Chefarzt des Ministeriums für Gesundheitswesen der UdSSR abgestimmt.

Literatur

/1/ *Avakjanc, A. V.:* Die Modernisierung der Waschmaschine vom Typ MMD-12. Elektro- und Diesellokomotiven. — 1973, Nr. 3, S. 15, russ.
/2/ *Gončarov, S. F.; Gusev, B. T.:* Anforderungen an das Umlaufwasser der Betriebe des Eisenbahntransports. Moskva, Expreß-Information „Melioration und Wasserwirtschaft", Serie 4, Ausgabe 6, 1976, S. 16—24, russ.
/3/ *Reznik, N. F.; Gusev, B. T., und andere:* Autorenzeugnis der UdSSR, Nr. 589212 MKI CO2 c 5/00. — „Bulletin der Erfindungen", Nr. 3, 1978, russ.

Dokumentation

Informationstagung der KDT zur ökonomischen Bewertung der Abwasserlastsenkung in den Gewässern

Schneider, W. — In: Wasserwirtschaft-Wassertechnik. —

Berlin 33 (1983) 5, S. 149—150

Beschrieben wird das Anliegen der Informationstagung sowie Inhalt einzelner Vorhaben bzw. Diskussionen insbesondere zur volkswirtschaftlichen Bewertung wasserwirtschaftlicher Vorhaben in der Planungs- und Vorbereitungsphase.

Volkswirtschaftliche Bewertung wasserwirtschaftlicher Maßnahmen zur Durchsetzung der rationellen Wasserverwendung und Abwasserlastsenkung in den Gewässern

Böhler, D. — In: Wasserwirtschaft-Wassertechnik. —

Berlin 33 (1983) 5, S. 150—152

Nicht die betriebliche, sondern die volkswirtschaftliche Effektivität ist entscheidend für die Begründung und Festlegung der Rang- und Reihenfolge wasserwirtschaftlicher Maßnahmen, wie Bau von Kläranlagen, Wasserwerken, Talsperren u. a. Für die Ermittlung des volkswirtschaftlichen Nutzens dient u. a. eine vom Institut für Wasserwirtschaft entwickelte Methode für wasserwirtschaftliche Prozeßanalysen.

Autotrophe Nitratdissimilation durch Einsatz von Natriumthiosulfat

Böhme, H.; Bieneck, D. — In: Wasserwirtschaft-Wassertechnik. —

Berlin 33 (1983) 5, S. 160—163

Der beschriebene großtechnische Versuch der autotrophen Nitratdissimilation in einer Trinkwassertalsperre brachte u. a. die Erkenntnis, daß alle Schwefelverbindungen mit niederwertigem Schwefel, wie Schwefelwasserstoffwasser, Natriumsulfid, Natriumhydrogensulfid, Natriumthiosulfat und elementarer Schwefel, unter Mitwirkung von Mikroorganismen in der Lage sind, im anaeroben Milieu eine Reduktion des Nitrats zu elementarem Stickstoff zu erreichen. Die Nitratdissimilation wurde im pH-Bereich 6,8 bis 9,2 erprobt und bestätigt.

Wasserwirtschaftliche Potenzen der abflußgesteuerten Bewässerung und einige Grundaufgaben zur Einführung des Verfahrens

Meißner, R.; Kramer, D. — In: Wasserwirtschaft-Wassertechnik. —

Berlin 33 (1983) 5, S. 167—171

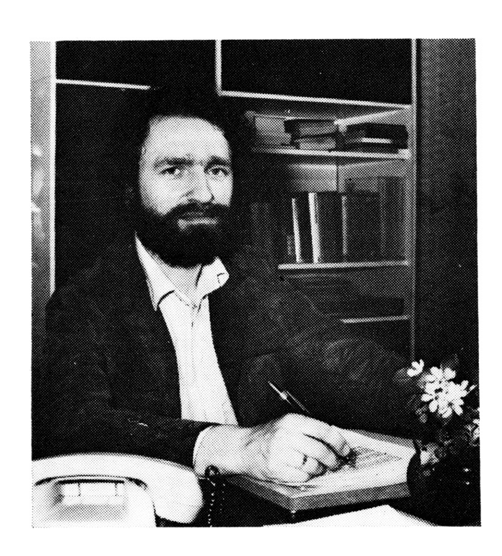
Auf differenzierten Standorten (D2, Lö1 und V1) wurden im Zeitraum von 1973 bis 1980 Feldversuche und ein Produktionsexperiment zur abflußgesteuerten Bewässerung durchgeführt. Auf Grund der positiven Versuchsergebnisse über den Wassergebrauch, die Mehrertragsleistung, die Zusatzwasserausnutzung, die Abfluß- bzw. Rückflußverhältnisse sowie die ökonomische Effektivität wird das Verfahren der Beregnungssteuerung nach dem Abflußdargebot für die Anwendung in der Praxis empfohlen. Der Einsatzbereich der abflußgesteuerten Bewässerung sollte sich vorwiegend auf Fruchtfolgen mit hohem Feldfutter- und Getreideanteil erstrecken.

Zur Bemessung der Sickerstrecke am Brunnen

Wertz, G. — In: Wasserwirtschaft-Wassertechnik. —

Berlin 33 (1983) 5, S. 177—178

Es wird eine Bemessungsmethode für die Sickerstrecke vorgeschlagen. Sie ist für vertikale und horizontale Lagen der Wasserfassungen anwendbar. Durch die Speicherfreiheit des Ausdrucks für S_l ist eine Anwendung für nichtstationäre Bedingungen gegeben.



Erfinder Dr. sc. techn. Friedmann Görbing

Der Abteilungsleiter für Vorlaufforschung und Forschungskoordinierung im Forschungszentrum Wassertechnik Dresden, Dr. sc. techn. Friedmann Görbing, besitzt nicht nur hohe Fähigkeiten und fachliche Kenntnisse bei der Lösung seiner speziellen Arbeitsaufgaben. Auch auf dem Gebiet der Schutzrechtsarbeit – er hat bisher vier Patente angemeldet – kann er mit guten Ergebnissen aufwarten.

Am 8. September 1947 geboren, erlernte er nach erfolgreichem Abitur zunächst den Beruf eines Rohbaumonteurs. Von 1966 bis 1971 studierte er dann an der TU Dresden, Sektion Wasserwesen. Daran schloß sich 1971 ein Forschungsstudium an der Sektion Wasserwesen. Während des Forschungsstudiums beschäftigte er sich mit den Grundlagen der Filtration und promovierte zu diesem Thema 1974 zum Dr.-Ing. Die in dieser Zeit erworbenen Kenntnisse über die Schwimmkornfiltration bildeten 1976 die Grundlage für die erste Schutzrechtanmeldung „Verfahren zur Filtration von flüssigen Medien, vorzugsweise Wasser und Filter mit körnigem schwimmendem Bett" Das Patent ist inzwischen auf alle Schutzvoraussetzungen geprüft und gemäß § 6.1 ÄndG. zum PatG. bestätigt.

Der erfindungsgemäße Schwimmkornfilter wird als Ersatz für Einstufenkiesfilter eingesetzt und bringt je Filter (∅ 3 000 mm) eine Verringerung der Investkosten um 140 000 Mark und der Betriebskosten um 8 000 Mark/a. Weiterhin werden der Bedarf an Spülwasser von Trinkwasserqualität um 70 Prozent gesenkt und 95 Prozent Energie für die Filterspülung eingespart. Die erfindungsgemäße Lösung ermöglicht eine erheblich vereinfachte und betriebssichere Automatisierbarkeit infolge der Beschränkung der Armaturenzahl von sieben auf zwei bzw. von 18 Betätigungsvorgängen auf vier. Die Filtratgüte wird durch automatische filterwiderstandsabhängige Anpassung des Filterzyklus an die Rohwasserqualität gesichert.

Diese Erkenntnisse sind natürlich nicht nur theoretischer Natur. Sie wurden auch in der praktischen Anwendung der Erfindung in der Trinkwasseranlage Olbernhau seit Oktober 1980 im Dauerbetrieb getestet und bestätigt. Das Entwicklungskollektiv, das aus Mitarbeitern des VEB WAB Karl-Marx-Stadt und des FZ Wassertechnik besteht, war von Anfang an um die schnelle und zügige Anwendung der Erfindung in der Praxis bemüht.

Diese Bemühungen haben ihre Früchte getragen. Dafür wurde das gesamte Entwicklungskollektiv 1982 mit dem Orden „Banner der Arbeit", Stufe I, ausgezeichnet. Damit sind die Bemühungen des Kollektivs um die Praxiseinführung der Erfindung keineswegs abgeschlossen. Mit der Einführungskonzeption „Schwimmkornfiltration" werden schon jetzt die Einsatzobjekte bis 1985 festgelegt, um die Breitenanwendung zu sichern.

Neben den Bemühungen um die Praxiseinführung der Schwimmkornfiltration ging Dr. Görbings wissenschaftliche Arbeit weiter und führte ihn zu den Problemen der Kreislaufnutzung und Wiederverwendung von Wasser auf dem Gesamtgebiet Kommune/Industrie. Dieses Thema war auch der Inhalt seiner externen Promotion B. Bei der Arbeit mit dieser Problematik entwikkelte er auf dem Gebiet der kohleveredelnden Industrie ein neues Verfahren zur Absorption von SO_2 aus SO_2-haltigen Abgasen, das 1981 zum Patent angemeldet wurde.

In dem 1978 angemeldeten nach § 5.1 ÄndG. zum PatG. erteilten Patent „Verfahren und Anordnung zur Aktivkohleförderung aus Filtern der Wasseraufbereitung" wird eine weitere Variante zum Filtermaterialaustrag in der Wasseraufbereitung gegeben, die aber z. Z. nicht großtechnisch angewandt wird. Die erfolgreiche Serie der Patentanmeldungen wird mit der Anmeldung „Schwimmkornfilter und Verfahren zur Einlagerung von pulverförmigen Stoffen in das Filterbett" abgeschlossen.

Neben seinem beruflichen Engagement und seiner Erfindertätigkeit ist er auch auf gesellschaftlichem Gebiet aktiv tätig. Zum Beispiel war er vier Jahre lang BGL-Vorsitzender, seit 1980 ist er dessen 1. Stellvertreter. Als Vorsitzender der Wettbewerbskommission sorgt er für neue Initiativen im sozialistischen Wettbewerb. Außerdem ist er in mehreren wissenschaftlichen Fachgremien tätig, wie z. B. in der FKG Wirtschaftliche Wassernutzung und in der AG Ökonomik der Wasserwirtschaft des Forschungsrates. Als Verantwortlicher des Forschungszentrums Wassertechnik für die Zusammenarbeit mit der TU Dresden betreut er auch jährlich Diplomanden und Praktikanten. 71 wissenschaftliche Publikationen zeugen von seiner kreativen wissenschaftlichen Arbeit (siehe auch den zuletzt im Heft 11 ⟨1982⟩ der WWT veröffentlichten Beitrag „Erfahrungen beim Einsatz des Hochleistungsverfahrens Schwimmkornfiltration zur Wasseraufbereitung").

Für seine sehr guten Leistungen wurde er 1977 und 1980 als „Aktivist der sozialistischen Arbeit" und 1978 als Bestarbeiter ausgezeichnet und erhielt 1982 als höchste Auszeichnung den Orden „Banner der Arbeit", Stufe I. **K.**